

Geotechnischer Bericht nach DIN 4020
zum Bauvorhaben
„Neubau Seniorenwohngemeinschaft, Schlossplatz“
in
79877 Friedenweiler

Bauherr:

Exsos Immobilien GmbH
Am Vogelherd 56
98693 Ilmenau

Geotechnische Projektleitung:
Geotechnische Bearbeitung:

Dipl.-Geol. Dominic Köhler
Stefan Halder, M.Sc.

Erstattungsdatum:
Aktenzeichen:

26. April 2024
EXSOFRI G01

Geschäftsführer:

DIPL.-ING.(FH) MARKUS KATZ
DIPL.-ING.(FH) THOMAS BENZ
DIPL.-ING. CHRISTIAN RAUSER-HÄRLE
DIPL.-GEOL. FALK WINTEROLL
DIPL.-GEOL. GESINE WILTSCHKO

Hauptsitz Stuttgart

Emilienstraße 2
70563 Stuttgart
Tel.: 0711.997 60 73-0
E-Mail: kontakt@henkegeo.de

Vertretung Oberschwaben

Waldseer Str. 51
88400 Biberach
Tel.: 07351.47 400-30
E-Mail: bc@henkegeo.de

Vertretung Kirchheim/Teck

Blumenstr. 19
73271 Holzmaden
Tel.: 0177.71 61 678
E-Mail: tb@henkegeo.de

Vertretung Nagold

Haydnweg 10/1
72202 Nagold
Tel.: 0177.71 61 682
E-Mail: mk@henkegeo.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Auftrag	3
2. Unterlagen	3
3. Projektbeschreibung	3
4. Geotechnische Kategorie	4
5. Schutzgebietsausweisung	5
6. Geologischer Überblick	5
7. Baugrunduntersuchungen	5
7.1 Allgemeines	5
7.2 Schichtenbeschreibung	6
8. Hydrogeologische Situation	8
8.1 Gemessene Grundwasserspiegelstände	8
8.2 Bemessungsgrundwasserspiegel	9
9. Homogenbereiche nach DIN 18300: 2019-09	10
10. Bodenverunreinigungen	11
11. Bodenkennwerte	12
12. Gründung	12
12.1 Flachgründung auf Streifen- und Einzelfundamenten	12
12.2 Tragende Bodenplatte auf Bodenaustausch	15
12.3 Rammpfahlgründung	15
12.4 Wasserrechtliche Hinweise	16
13. Baugrubenaushub, Vorbereitung der Flächen und Bodenauftrag	17
13.1 Baugrubensohle	18
13.2 Baugrubenböschung	18
13.3 Wasserhaltung	19
14. Schutz vor Durchfeuchtung und Abdichtung von erdberührten Bauteilen	20
14.1 Schutz vor Durchfeuchtung	20
14.2 Abdichtung von erdberührten Bauteilen	21
16. Erddruck	24
17. Versickerung	25
18. Erdbebensicherheit	25
19. Gefahren durch Radon	25
20. Schlussbemerkung	26

Verzeichnis der Anlagen:

Anlage	1	Lagepläne	
		1.1	Übersichtslageplan
		1.2	Lageplan der Untersuchungspunkte und Profilschnitte
Anlage	2	Schürfgruben	
		2.1 – 2.6	Schürfgrubenaufnahmen SG 1 bis SG 6
		2.7	Legende der verwendeten Signaturen und Abkürzungen
Anlage	3	Profilschnitte	
		3.1 - 3.3	Profilschnitt PS 1 bis PS 3
Anlage	4	Fotodokumentation	
Anlage	5	Homogenbereiche Erdarbeiten 18300	
		5.1	A - Auffüllungen
		5.2	B - Schwemmlagerungen + Torf
		5.3	C - Hanglehm/ Hangschutt
Anlage	6	Chemische Analytik	
		6.1 – 6.4	EBV „Auffüllung“
		6.5 – 6.6	Verdachtsparameter „MP Torf“
Anlage	7	Fundamentdiagramm Betonplomben	
Anlage	8	Fundamentdiagramm Flachgründung	
		8.1	Streifenfundamente
		8.2	Einzelfundamente

1. Auftrag

Die Exsos Immobilien GmbH plant den Bau einer Seniorenwohngemeinschaft in 79877 Friedenweiler

In diesem Zusammenhang wurde das Ingenieurbüro für Geotechnik Henke und Partner GmbH (**HUP**) auf der Basis des Angebotes vom 15.02.2024 (Az.: EXSOFRI K01) am 23.02.2024 von Herrn Wolf beauftragt, Baugrunduntersuchungen durchzuführen und einen Geotechnischen Bericht nach DIN 4020 zu erstellen.

2. Unterlagen

Zur Bearbeitung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

Exsos:

- [1] Lageplan Aufmaß vom 07.11.23
- [2] Entwurfsskizze Variante 1 vom 20.11.23
- [3] Entwurfsskizze Variante 2 und Variante 3 vom 22.02.24

Geologisches Landesamt Baden-Württemberg / Landesvermessungsamt Baden-Württemberg:

- [4] Geologische Karte M 1:50.000, GeoLa GK50, 2020 (digital)

Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LUBW):

- [5] Schutzgebietsausweisungen
<https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/map/default/index.xhtml>

3. Projektbeschreibung

Nach den Plänen von Exsos [2] ist der Neubau auf einer Grundfläche von rund 55 m x 35 m geplant. Die Oberkante des Fertigfußbodens ist mit **OK FFB = 898,84 mNHN** vorgesehen.

Das Gelände fällt von knapp ca. 902 mNHN im Nordwesten auf ca. 897 mNHN im Südosten ein. Somit ist für die Bodenplatte und Baugrube hangseitig ein Einschnitt und talseitig ein Bodenauftrag erforderlich.

Im nordöstlichen Teil des geplanten Neubaus steht zurzeit noch ein eingeschossiges Gebäude, über welches HuP derzeit keine Informationen vorliegt. Im westlichen Bereich des geplanten Gebäudes befindet sich derzeit ein Boule Spielfeld mit ca. 10 Bahnen.

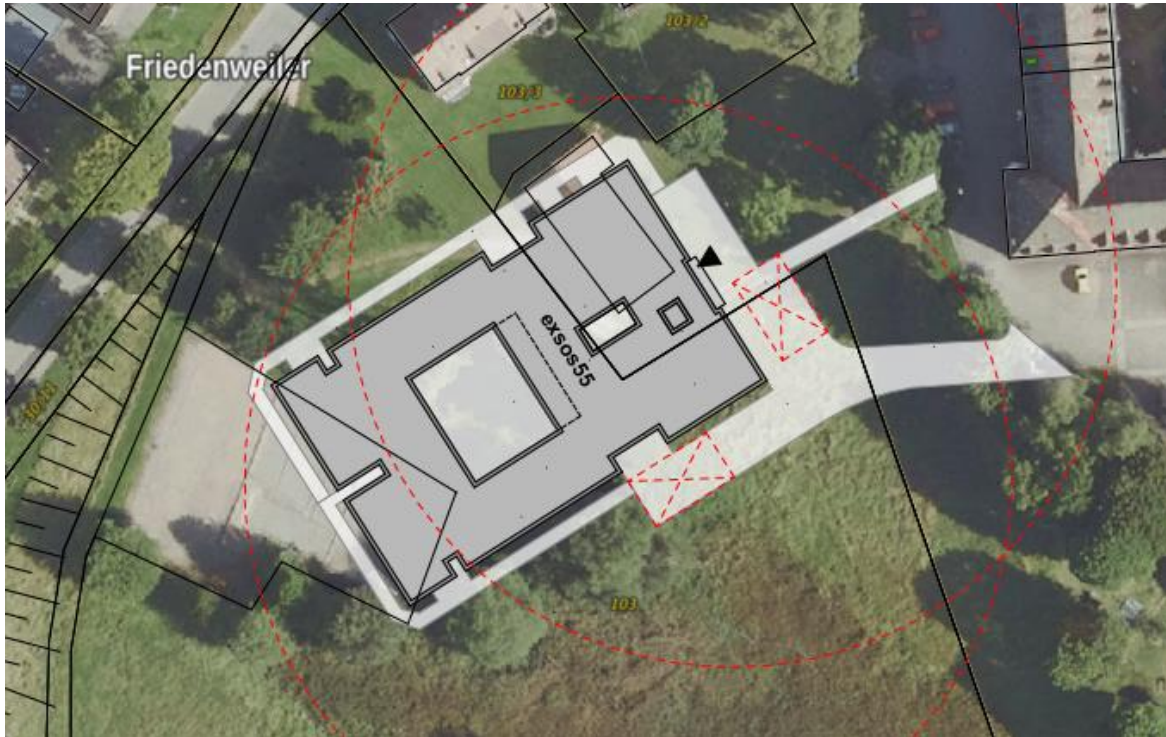


Abbildung 1: Auszug aus [2], o.M.

Ein kleiner Bach und ein Sumpfgebiet befinden sich direkt südlich angrenzend an das Bauvorhaben.

Die ungefähre Lage der geplanten Maßnahme kann dem Übersichtslageplan in Anlage 1.1 entnommen werden. Ein Lageplan des Bauvorhabens ist in Anlage 1.2 ersichtlich.

4. Geotechnische Kategorie

Die Baumaßnahme wird nach DIN 1054 (2021-04)¹, Anhang 1 im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund wegen

- geologisch jungen Ablagerungen mit regelloser Schichtung
- weiche organische und organogene Böden größerer Mächtigkeit

in die Geotechnische Kategorie 3, d.h. hohen Schwierigkeitsgrad eingestuft.

¹ DIN 1054: 2021-04 „Baugrund-Sicherheitsnachweise Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN 1997-1“

5. Schutzgebietsausweisung

Das Grundstück liegt außerhalb von Wasserschutzgebietszonen und nicht im unmittelbaren Einfluss von Oberflächengewässern.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Naturpark Südschwarzwald. Es liegt im Landschaftsschutzgebiet „Hochschwarzwald – Bereich Feldberg, Friedenweiler und Schluchsee“. Je nach Planung liegt es im oder angrenzend zum Biotop: „Feuchtbiotop beim Kloster“ (Biotop-Nr. 180153150411).

6. Geologischer Überblick

Gemäß der geologischen Karte [4] wird der Baugrund von metamorphen und magmatischen Festgesteinen des Grundgebirges gebildet. Dabei handelt es sich hauptsächlich um **Paragneis** (pg), welcher klein- bis mittelkörnig ausgebildet ist. Daneben kann es Einschlüsse von **Granitporphyr** (Gp-Gph) geben. Des Weiteren befinden sich im Süden des Untersuchungsgebietes **Verwitterungs-/ Umlagerungsbildungen**. Dabei handelt es sich um Fließerden und Hangschutt, bei welchem sich das Gesteinsmaterial je nach Liefergebiet unterscheidet.

7. Baugrunduntersuchungen

7.1 Allgemeines

Zur Erkundung des Baugrundes wurden am 04.03.2024 insgesamt

- 6 Schürffgruben (SG 1 bis SG 6)

mittels Bagger hergestellt.

Die Schürffgruben wurden bis in Tiefen zwischen 3,40 m (SG 2) und 4,40 m (SG 5) unter Gelände angelegt.

Die Schürfen wurden von einem M.Sc. Geowissenschaftler unseres Büros nach geologischen und bodenmechanischen Gesichtspunkten gemäß DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14689-1 aufgenommen und beschrieben. Die Lage der Schürfen kann der Anlage 1.2 entnommen werden. Die ausführlichen Schichtenbeschreibungen mit zeichnerischer Darstellung in Anlehnung an die DIN 4023 sind als Anlagen 2.1 bis 2.6 beigelegt. Eine Legende der hierbei verwendeten Signaturen und Abkürzungen

liegt als Anlage 2.7 bei. In der Anlage 4 ist eine Fotodokumentation der Schürfgruben SG 1 bis SG 6 beigelegt.

Vom frischen Bodenmaterial wurden aus den Schürfgruben insgesamt 14 Bodenproben entnommen.

Die ca. 1 m breiten und ca. 2-3 m langen Schürfgruben wurden nach der Aufnahme mit dem Bagger wieder verfüllt. Eine definierte Verdichtung fand nicht statt. In den Bereichen, in denen Gebäudeelemente, Verkehrsflächen bzw. Bauwerke über den Schürfgruben oder deren Einflussbereich zu liegen kommen, ist das Bodenverfüllmaterial der Schürfen bis zum gewachsenen, ungestörten Grund auszuheben und durch geeignetes Material (z.B. Schotter 0/45 mm oder gleichwertiges Material) auszutauschen. Das Austauschmaterial ist lagenweise auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100\%$ der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Sämtliche Schürfen wurden durch Mitarbeiter unseres Büros mittels DGPS-Vermessung nach Lage und Höhe eingemessen. Die ausgewiesenen Höhen wurden gemäß dem deutschen Haupthöhennetz DHHN92 in mNHN vermessen und dienen dazu, die Aufschlüsse höhenmäßig zum geplanten Bauwerk in Relation zu setzen und dürfen nicht für anderweitige Zwecke zu Grunde gelegt werden².

7.2 Schichtenbeschreibung

Zur Verdeutlichung der Schichtverläufe wurden entlang des Untersuchungsrastrers insgesamt drei geologische Profilschnitte (PS 1 bis PS 3) angefertigt, die in den Anlagen 3.1 bis 3.3 eingesehen werden können. Der Schichtverlauf zwischen den einzelnen Aufschlüssen wurde im Regelfall linear interpoliert. Die Schichtgrenzen zwischen „Torf/Schwemmlagerungen“ und „Hanglehm/ Hangschutt“ sind gezackt mit „?“ eingezeichnet, da hier nochmals eine größere Unsicherheit im Schichtverlauf besteht. Abweichungen zwischen den Aufschlüssen und vom dargestellten Schichtenverlauf sind daher naturgemäß möglich.

Die geplante Oberkante des Fertigfußbodens (OK FFB) und eine ca. 0,6 m tiefer liegend angenommene Baugrubensohle (BGS) wurde gemeinsam mit den Außenabmessungen der geplanten Gebäudegrundrisse in die Profilschnitte projiziert. Die Lage der jeweiligen Profilschnitte kann dem Lageplan in Anlage 1.2 entnommen werden.

² Die Höhensysteme zwischen unserer Aufnahme und den uns übermittelten Plänen können variieren. In den planerischen Darstellungen wurden die Höhensysteme zur Darstellung der geologischen Verhältnisse zur Vereinfachung gleichgesetzt. Nähere Betrachtungen müssen bei Bedarf durch ein Vermessungsbüro vorgenommen werden.

Die Schichtenfolge beginnt mit einem im Mittel ca. 0,15 m mächtigen, braunen und dunkelbraunen **Oberboden** bzw. Kulturboden. Dieser weist in den Schürfgruben SG 2, SG 3 und SG 5 Fremdbestandteile auf. Es ist vereinzelt Ziegelbruch, Kohlestücke und Plastik (nur SG 5) im Oberboden enthalten.

Unterhalb des Oberbodens folgen bis in Tiefen zwischen ca. 0,6 m (SG 4) und ca. 1,6 m (SG 2) hellbraune bis rotbraune **Auffüllungen**, welche im Mittel rund 0,9 m mächtig sind. Die Konsistenz ist überwiegend weich bis steifplastisch. Die Körnung und der Anteil von Fremdkomponenten variieren dabei stark. Während die Auffüllung in SG 1 sich augenscheinlich um umgelagertes natürliches Material handelt, welches lediglich durch einen Kabelschutz als Auffüllung identifiziert wurde, finden sich in anderen Schürfen neben großen Blöcken (SG 3) auch Bauschutt. Vor allem die Auffüllungen der Schürfgruben SG 2, SG 3 und SG 4 enthalten Backsteine, Ziegelbruch, Fliesen, sowie Metalle (nur SG 3). Im Bereich der Boulebahnen konnte keine Untersuchung durchgeführt werden. Es ist davon auszugehen, dass dort ähnliche steinig-blockige Auffüllungen wie SG 3 vorzufinden sind, die auch Fremdbestandteile enthalten können.

Anschließend folgen **Schwemmlagerungen** und **Torf**, welche in den zwei höchstgelegenen Schürfen SG 1 und SG 3 nicht erkundet wurden. Die Mächtigkeit variiert zwischen 0,6 m und 1,1 m. Im Mittel beträgt die Schichtdicke 0,9 m. Die Schwemmlagerungen und Torfe sind grau, dunkelbraun bis schwarz, im Liegenden der Schürfgruben SG 4 und SG 6 sind die Schwemmlagerungen graublau ausgebildet. Die Torfe sind humos. Die Ansprache im Feld ergab überwiegend eine weich bis steifplastische Konsistenz und die Zuordnung in die Bodenklassen HZ/ TL/ TM/ TA.

Den Abschluss der aufgeschlossenen Schichtenfolge bilden ab Tiefen zwischen ca. 0,9 m (SG 1 u. SG 3) und ca. 2,2 m (SG 2) u. GOK **Hanglehm + Hangschutt**. Die Schürfgruben endeten in Tiefen zwischen ca. 3,4 m (SG 2) und ca. 4,4 m (SG 5) u. GOK. Die Schichtunterkante wurde bei keinem der sechs Schürfe aufgeschlossen. Der Hanglehm/ Hangschutt ist rotbraun, hellbraun, tlw. rötlich-grau und überwiegend leicht schluffiger, kiesiger, Grobsand. Mit zunehmender Tiefe liegt ein geringerer Verwitterungs- und Plastifizierungsgrad vor. Die Konsistenzansprache im Gelände ergab eine mindestens steifplastische Konsistenz. Möglicherweise handelt es sich bei den tiefliegenden Schichten bereits um die Verwitterungsschicht des anstehenden Festgesteins.

8. Hydrogeologische Situation

Schichtwasser (= Grundwasser) tritt ähnlich den Schichtgrenzen hangparallel aus. Es konnte dabei in Tiefen zwischen ca. 1,0 m (SG 4 u. SG 6) und ca. 3,9 m (SG 5) u. GOK festgestellt werden.

Das Untersuchungsgebiet liegt außerhalb von Überschwemmungsgebieten.

8.1 Gemessene Grundwasserspiegelstände

Die folgenden Grundwasserstände bzw. Schichtwasserzutritte wurden einmal während der Baugrunduntersuchung gemessen:

Tabelle 1: Ergebnisse der Grundwasserstandmessungen

Messstelle	m u. GOK	mNHN
SG 1	3,1	898,08
SG 2	3,3	894,77
SG 3	3,7	898,23
SG 4	1,0	898,08
SG 5	3,9	893,09
SG 6	1,0	897,53

Südöstlich des Baufeldes (talseitig) treten Schichtwasser aus dem Hang und bilden eine Feuchtwiese (Abbildung 2).



Abbildung 2: talseitig des Baufeldes Schichtwasseraustritte / Feuchtwiese

8.2 Bemessungsgrundwasserspiegel

Der Bemessungsgrundwasserspiegel ist diejenige Grundwasserspiegelhöhe, von der ausgegangen wird, dass diese in der Regel nicht überschritten wird. Die Angabe eines maximalen Grundwasserspiegels, der niemals überschritten wird, ist in aller Regel durch Grundwasserstandmessungen in dem begrenzten Beobachtungszeitraum nicht möglich. Deshalb wird für die Festlegung eines Bemessungsgrundwasserspiegels zu den über den Beobachtungszeitraum gemessenen Grundwasserspiegelständen ein Sicherheitszuschlag aufgerechnet. Bei der Größe des Sicherheitszuschlags sind die jeweilige Situation und auch technische und wirtschaftliche Belange zu beachten. Ist ein, wenn auch seltener Anstieg des Grundwasserspiegels über den Bemessungsgrundwasserstand nicht tolerabel, ist eine Überschreitung durch technische Maßnahmen, wie z.B. Sicherheitsdrainagen zu verhindern

Es sind keine genauen Aussagen über den genauen Grundwasserspiegelstand und auch keine Angaben über übliche Grundwasserspiegelschwankungen treffen. Um den Grundwasserstand genauer feststellen und Schwankungen über einen Zeitraum messen zu können, wären Bohrungen mit Grundwassermessstellenausbau und längere Beobachtung notwendig.

Im Hangbereich der geplanten Bebauung wurden Schichtwasserzutritte zwischen ca. 898,08 mNHN (SG 1, SG 4) und 898,23 mNHN (SG 3) beobachtet. Im Mittel wird von einer hangseitigen Schichtwasserzutritts Höhe (=Grundwasserspiegel) 898,1 mNHN ausgegangen.

Das Gelände fällt von Nordwesten (ca. 902 mNHN) nach Südosten (ca. 897 mNHN) stark ab. In den beiden Profilschnitten 1 und 2 ist der Grundwasserspiegel in der Neigung zur Talseite flacher geneigt und liegt auf Höhe Baugrubensohle oder wenige Dezimeter darunter (vgl. Anlage 3.2 und 3.3). demgegenüber verläuft das angetroffene Schichtenwasser im Profilschnitt 3 (vgl. Anlage 3.3) in ca. 3 – 4 m Tiefe etwa hangparallel und mehrere Meter unterhalb der geplanten Fußbodenhöhe.

Aufgrund der Topografie und sehr unterschiedlichen Grundwasserspiegelhöhen ist die Angabe eines für das Baufeld einheitlichen Bemessungsgrundwasserspiegels nicht möglich. Um jahreszeitliche Schwankungen und mögliche noch höhere Grundwasserspiegelstände zu berücksichtigen, wird empfohlen, im Baufeld als Bemessungsgrundwasserspiegel zu den an den Schürfen gemessenen und zwischen den Aufschlüssen interpolierten Schichtwasser- / Grundwasserspiegelhöhen ein Sicherheitszuschlag von ca. 1,0 m zu berücksichtigen.

Ausgehend von dem geringen Flurabstand des Schichtwassers in SG 4 und SG 6 liegt der sich hierbei ergebende Bemessungsgrundwasserspiegel bereits über der geplanten Baugrubensohle und nur knapp unter der geplanten Fußbodenhöhe und unter der talseitigen Geländeoberfläche.

In den Bereichen um SG 2 und SG 5 (vgl. Profilschnitt 3 in Anlage 3.3) liegt der sich ergebende Bemessungsgrundwasserspiegel mehr als 2 m tiefer als die geplante Fußbodenhöhe und Baugrubensohle.

9. Homogenbereiche nach DIN 18300: 2019-09

Die im Untersuchungsbereich aufgeschlossenen Böden können entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen anhand der Baugrunduntersuchung sowie allgemeiner Erfahrung mit vergleichbaren Böden in nachfolgende Homogenbereiche nach DIN 18300 für Erdarbeiten eingeteilt werden:

	Gewerk
Schicht	Erdarbeiten
Auffüllungen	A 18300
Schwemmlagerungen + Torf	B 18300
Hanglehm/ Hangschutt	C 18300

Die Angaben zu den einzelnen Homogenbereichen sind in den Anlagen 5.1 bis 5.3 aufgeführt. Die den Homogenbereich zugeordneten Schichtgrenzen können den Schürfprofilen und den geologischen Profilschnitten entnommen werden. Bei den geologischen Profilschnitten ist zu beachten, dass die Schichtenverläufe linear zwischen den Aufschlusspunkten interpoliert wurden und daher vom tatsächlichen Verlauf abweichen können. Die aufgeführten Bodenparameter gelten ausschließlich zur Charakterisierung der anstehenden Böden hinsichtlich des Lösens, Förderns, Ladens und Transportierens oder des Einbaus entsprechend den Zielsetzungen der VOB. Die Werte gelten ausdrücklich nicht für erdstatische Berechnungen und sonstige Bemessungen.

Die in den Anlagen 5 angegebenen Werte beruhen auf die Baugrunderkundung und Erfahrungen mit vergleichbaren Böden und Schätzungen, wodurch Abweichungen nicht auszuschließen sind. Für eine Präzisierung wären Laboruntersuchungen erforderlich.

10. Bodenverunreinigungen

Eine detaillierte Altlastenuntersuchung war nicht Gegenstand des Auftrags, dennoch wurde bei der Aufnahme der Schürfgruben eine umweltgeologische Beurteilung des aufgeschlossenen Materials vorgenommen. Die sensorischen Beobachtungen bei der Baugrunderkundung zeigten, mit Ausnahme der oberflächennahen Auffüllungen, keine Verdachtsmomente hinsichtlich vorhandener Bodenbelastungen. Von den Auffüllungen wurde eine Mischprobe mit der Bezeichnung „**Auffüllung**“ und eine Mischprobe aus den Torfen mit der Bezeichnung „**MP Torf**“ erstellt und zur chemischen Analyse gemäß „EBV“ bzw. „PAK und Schwermetalle“ zum chemischen Labor „Agrolab“ gebracht.

Die abfallrechtliche Bewertung erfolgt im Hinblick auf eine Entsorgung auf der Grundlage folgender Vorschrift:

- Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung“ (kurz bezeichnet als „Mantelverordnung“)

Anhand der durchgeführten Analyse ist die untersuchte Mischprobe „**Auffüllung**“ aufgrund einer Bleikonzentration im Eluat von 95 µg/l in die Verwertungsklasse **BM-F2** gemäß EBV zuzuordnen. Weitere, aber nicht maßgebende, BM-0 Überschreitungen wurden bei Arsen im Feststoff und Eluat, sowie Kupfer im Eluat festgestellt. Bei der Mischprobe „**MP Torf**“ wurden die Verdachtsparameter Schwermetalle und PAK analysiert. Hierbei konnte keine Grenzwertüberschreitung der Verwertungsklasse **BM-0** festgestellt werden.

Die z.T. blockigen Auffüllungen und ausgehobener Torf/Schwemmlagerungen eignen sich nicht für einen qualifizierten Einbau, z.B. in Auftragsbereichen unter dem Gebäude. Es wird darauf hingewiesen, dass außer dem theoretischen Aushub bis zur Baugrubensohle und für Gründungen wahrscheinlich auch ein Mehraushub (Bodenaustausch) von tieferreichenden Torfschichten/ Schwemmlagerungen anfallen kann. Dieser Aushub wird sich nicht für eine qualifizierte Verwertung eignen. Sofern vom AN jedoch keine Verwertungsmöglichkeiten gefunden werden können, bleibt in der Regel nur die Möglichkeit, den Aushub zu deponieren. Der organische Anteil der Torfablagerungen stellt dabei ein Schlüsselparameter zur Einstufung der Entsorgungsklasse dar. Es ist deshalb darauf zu achten, organische Böden von sonstigen Aushub zu separieren.

Da die Auffüllungen über das gesamte Gelände sehr unterschiedlich sind, wird empfohlen Auffüllungen mit Fremdkomponenten auf einem separaten Haufwerk zu lagern und anschließend eine

aussagekräftige Haufwerksbeprobung nach LAGA PN98 sowie chemische Deklarationsanalytik durchführen zu lassen.

11. Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können nachfolgende Bodenkennwerte als charakteristische Bodenkennwerte nach Eurocode 7 angesetzt werden. Die Boden- bzw. Berechnungskennwerte sind auf der Grundlage der Geländeaufnahmen sowie allgemeinen Erfahrungen mit vergleichbaren Böden festgelegt worden.

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte

Bodenschichten	Wichte γ_k [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ'_{k} [kN/m ³]	Reibungs- winkel φ_k [°]	Kohäsion c_k [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
Auffüllung	(18 – 21) 18,5	(8 – 11) 9	(22,5 – 32,5) 27,5	(1 – 6) 2	-- --
Torf / Schwemmlagerungen	(15 – 19) 16	(6 – 10) 7	(17,5 – 27,5) 22,5	(0 – 3) 1	(1 – 8) 2
Hanglehm / Hangschutt	(19 – 22) 20	(10 – 12) 10	(22,5 – 35,0) 27,5	(2 – 8) 4	(6 – 20) 10

fett = für Berechnungen empfohlene charakteristische Bodenkennwerte

() Schwankungsbreite der Bodenkenngrößen (z. B. für Grenzwertbetrachtungen)

12. Gründung

12.1 Flachgründung auf Streifen- und Einzelfundamenten

Die planmäßigen Baugrubensohle kommt bei ca. 898,2 mNHN zu liegen. Die generelle Fundamenteinbindung außenliegender Fundamente oder Frostschrägen sind aus Gründen der Frostsicherheit mit mindestens 1,2 m unter Gelände vorzusehen. Innenliegende Fundamente müssen mindestens 0,4 m unter die Baugrubensohle einbinden.

Die planmäßige Fundamentsohle bei Streifen- und Einzelfundamente liegt damit hangseitig innerhalb des Hanglehm bzw. Hangschutts, talseitig jedoch in Auffüllung sowie Torf/Schwemmlagerungen (vergleiche Profilschnitte in den Anlagen 3).

Für die Flachgründung über Streifen- und Einzelfundamente im Hanglehm/-schutt können die **Bemessungswertes des Sohldruckwiderstandes** ($\sigma_{R,d}$) nach DIN 1054³, basierend auf dem EC 7 ständige Bemessungssituation BS-P, angenommen werden.

Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes wurde über die Grundbruchberechnung für ein Streifenfundament mit einer Breite von zwischen 0,6 und 1,2 m (Länge 10 m) und für ein quadratisches Einzelfundament mit einer Seitenlänge zwischen 1,0 m und 2,0 m ($a / b = 1,0$) und für unterschiedliche Fundamentbreiten b ermittelt. Es wird zudem davon ausgegangen, dass keine klaffende Fuge auftritt bzw. die Sohldruckresultierende in der 1. Kernweite liegt. Die Ergebnisse können den Fundamentdiagrammen in Anlage 8.1 und 8.2 entnommen werden.

Als einheitlicher Bemessungswert des Sohlwiderstands werden für

- **Streifenfundamente** $\sigma_{R,d} \leq 240 \text{ kN/m}^2$
- **Einzelfundamente** $\sigma_{R,d} \leq 280 \text{ kN/m}^2$

empfohlen.

Eine Flachgründung in den inhomogenen Auffüllungen und wenig tragfähigen Torf- und Schwemmlagerungen führt zu hohen bauwerksunverträglichen Setzungsdifferenzen. Zur Vermeidung dieser, wird eine einheitliche Gründung in den Hangablagerungen (Hangschutt/Hanglehm) empfohlen. Hierfür sind Fundamentauffolungen bis ca. 3 m einzuplanen. Wir empfehlen die Gründung über einzelne Magerbetonplomben und einem Lasteintrag auf diese über einen Trägerrost aus Stahlbeton zu konzipieren.

Aufgrund von zum Teil wenig standfesten Bodenschichten und voraussichtlicher Einbindung in Schichtwasser ist die Tieferführung der Gründungssohlen über Betonplomben als sogenannte „Brunnengründung“ zu planen.

Die Plomben sind hierzu mit Rundschaftgreifer und Stahlrohr herzustellen. Zeitgleich mit dem Aushub im Inneren mittels Brunnengreifers wird ein Stahlrohr in den Untergrund gedrückt, bis die statisch

³ DIN 1054 (04/2021) Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
Ergänzenden Regelungen zur DIN EN 1997-1

erforderliche Einbindetiefe, d. h. hier Einbindung ca. 0,5 m unter OK Hangablagerungen, erreicht ist. Anschließend wird die Betonplombe über ein Schüttrohr bzw. mit Hilfe einer Betonpumpe ausbetoniert und das Stahlrohr anschließend gezogen. Alternativ zum Stahlrohr können ggf. Schachtringe aufeinander-gesetzt und nachgeschoben werden. Diese verbleiben dann jedoch im Untergrund als verlorene Schalung.

Die Lasteinleitung in die Betonplomben erfolgt in der Regel über einen Trägerrost aus Stahlbeton. Die Berechnung und Bemessung erfolgt über Grundbruchnachweise und in Abhängigkeit der zulässigen Setzungen.

Für die Ermittlung der Bemessungslasten sind folgende Annahmen berücksichtigt:

- mindestens 0,5 m Einbindung in Hangablagerungen
- zu erwartenden Setzung zwischen ca. 1 cm bis 2 cm
- Abstand der Plomben untereinander mindestens zweifacher Plombendurchmesser

Unter diesen und o.g. Voraussetzungen können die Betonplomben je nach Durchmesser die in der Tabelle angegebenen Bemessungslasten F_d aufnehmen:

Tabelle 3: Bemessungslasten für Betonplomben/ Brunnengründungen

Abmessungen Betonplombe bzw. Brunnengründung Durchmesser, Fläche (quadrat. Ersatzfläche)	Bemessungslasten F_d
Ø 1,0 m, $A = 0,78 \text{ m}^2$ ($\cong 0,9 \times 0,9 \text{ m}$)	$\leq 350 \text{ kN}$
Ø 1,2 m, $A = 1,13 \text{ m}^2$ ($\cong 1,0 \times 1,0 \text{ m}$)	$\leq 420 \text{ kN}$
Ø 1,5 m, $A = 1,77 \text{ m}^2$ ($\cong 1,3 \times 1,3 \text{ m}$)	$\leq 560 \text{ kN}$

Das Fundamentdiagramm, welches die Bemessungslasten ($R_{n,d} = F_d$) für verschiedene kreisrunde Plombenabmessungen bei einer „Plombengründung in Hangablagerungen“ in Abhängigkeit der Setzungen zeigt, liegt als Anlage 7 bei.

Das Eigengewicht des Betons für die Plomben kann vernachlässigt werden, da näherungsweise gleich dem Eigengewicht des ausgehobenen Bodens.

Bei der Herstellung der Plomben kann bei der Betonage Wasser verdrängt und aufgestaut werden. Das Wasser darf nicht ausgeschwemmt werden und ist abzupumpen, da aufgrund des Kontakts zu Beton eine möglicherweise umweltschädliche pH-Wert-Erhöhung des Wassers erfolgt. Ob weitere Anforderungen aufgrund der Nähe zum südlich anschließenden Biotop vorhanden sind, ist mit der zuständigen Naturschutzbehörde abzustimmen.

Da vorab keine exakten Grenzen gezogen werden können, wie weit die Torf/ Schwemmmablagerungen genau unter den Grundriss des Neubaus reichen (vgl. Profilschnitte in den Anlagen 3), muss zuerst die Plombengründung durchgeführt werden. Die Aufgrabungen dienen gleichzeitig der Erkundung und Feststellung der Grenze und Reichweite der Torf/-Schwemmmablagerung. Falls Unsicherheiten in der Beurteilung bestehen, ist der Baugrundgutachter beizuziehen.

Die Bodenplatte muss im Bereich des Bodenauftrags und über torfigem Untergrund wegen der zu erwartenden Setzungen frei gespannt ausgeführt werden, da sich ansonsten zwischen Tragwerk und Bodenplatte bauwerksunverträgliche Setzungsdifferenzen einstellen können. Im rückwärtigen Bereich, in welchem die Bodenplatte direkt dem Hanglehm/-schutt auflagert und kein Torf mehr erkundet werden konnte, wäre auch eine freie Auflagerung der Bodenplatte möglich.

12.2 Tragende Bodenplatte auf Bodenaustausch

Alternativ zu einer Gründung über Plomben wäre ggf. eine Gründung über eine elastisch gebettete Bodenplatte denkbar. Hierfür wäre jedoch ein Bodenaustausch bis OK Hangablagerungen durchzuführen. Da die auszutauschenden Bodenschichten Auffüllung, Schwemmmablagerungen und Torf in ihrer Verwertung bzw. Entsorgung kostenintensiv sind und der Eingriff unter den Sickerwasserspiegel reicht, somit auch tiefer in das Grundwasser eingegriffen wird und daraus Erschwernisse resultieren, wird davon abgeraten.

12.3 Rammpfahlgründung

Als weitere Alternative wäre auch eine punktgestützte Platte auf einer Rammpfahlgründung möglich. Bei Einsatz z.B. Duktiler Pfähle werden Gussrohre als Verdrängungspfähle mittels eines Baggers mit einem Hydraulikhammer die Pfähle bis in den tragfähigen Grund eingetrieben. Vorteil wäre, dass kein oder kaum Boden entsorgt werden muss. Aufgrund der bisher nur geringen Aufschlusstiefe müssten hierzu jedoch zuvor ergänzende Untergrunduntersuchungen (z.B. Rammsondierungen) niedergebracht werden.

Sollten alternative Gründungsvarianten durchgeführt und weitere Angaben benötigt werden, steht HuP für weitere Beratung zur Verfügung.

12.4 Wasserrechtliche Hinweise

Nach dem Wassergesetz für Baden-Württemberg (WG)⁴ Abschnitt 4 sind nach § 43 (1) u.a. alle Arbeiten, die sich unmittelbar oder mittelbar auf die Bewegungen, die Höhe, die Menge oder die Beschaffenheit des Grundwassers auswirken können, der Wasserbehörde einen Monat vor Beginn der Arbeiten anzuzeigen. Das Anzeigeverfahren bestimmt sich nach § 92.

Nach §43 (2) ist anstelle der Anzeige eine Erlaubnis erforderlich, wenn bei diesen Arbeiten Stoffe in das Grundwasser eingebracht werden und sich dies nachteilig auf die Grundwasserbeschaffenheit auswirken kann. Die Erlaubnis ist auch erforderlich, wenn Bohrungen in den Grundwasserleiter eindringen oder diesen durchstoßen. Hinsichtlich weiterer Punkte zu Abs. 4 wird direkt auf das WG verwiesen.

Für das geplante Bauvorhaben müssen

- für die Gründungselemente
- für die Bodenplatte und ggf. aufgehende Wand, die noch unter dem Bemessungsgrundwasserspiegel zu liegen kommt

die dauerhaft unter den Grundwasserspiegel einbinden, die Erlaubnis wasserrechtliche beantragt werden.

Ebenfalls Teil des Antrags ist die temporär notwendige

- Wasserhaltung (Förderung und Ableitung) während der Bauzeit

Bei der Ausarbeitung des Erläuterungsberichts zum Antrag und Zusammenstellung der dafür notwendigen Unterlagen zum Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis können **HuP** die Unterstützung anbieten.

⁴ Wassergesetz Baden-Württemberg (WG) vom 03.12.2013 (aktuell verfügbare Fassung der Gesamtausgabe vom 05.11.2014), gültig ab 01.01.2014

13. Baugrubenaushub, Vorbereitung der Flächen und Bodenauftrag

Zur Vorbereitung der Fläche ist der Oberboden in einer Stärke von ca. 0,1 – 0,2 m abzutragen und sofern nicht weiter benötigt, abzufahren.

In den Profilschnitten in Anlage 3 ist unter den Fußbodenhöhe das Niveau der ungefähren planmäßigen Baugrubensohle zur leichteren Bewertung als zweite, gestrichelte Linie zu ersehen. Bei Betrachtung der Profilschnitte ist zu erkennen, dass die Baugrubensohle in Hangablagerungen und talseitig in Auffüllungen, Schwemmlagerungen und Torf sowie über dem derzeitigen Geländeverlauf zu liegen kommt.

Sofern die Gründung, wie oben beschrieben, über eine freigespannte Bodenplatte mit Trägerrost und Lastabtrag auf Betonplomben in die Tiefe geführt wird, können Hanglehm/-schutt aus dem Abtragsbereich bei mindestens steifer Konsistenz im Bereich des notwendigen Bodenauftrags lagenweise eingebaut und vor Ort verwertet werden. Es wird aber darauf hingewiesen, dass die Zusatzauflast in dem kompressiblen Torf und innerhalb der Schwemmlagerungen zu relevanten und langanhaltenden Setzungen führt.

Sollten Grundleitungen über diesen kompressiblen Schichten verlegt werden, wird ein Anhängen an die Bodenplatte empfohlen. Außerhalb des Gebäudegrundrisses kann ein Stahlbetonriegel als Unterlage ausgebildet werden, welcher punktuell über Plomben in Hangablagerungen zu gründen ist.

Alternativ dazu kann auch ein Gründungspolster (Bodenaustausch bis OK Hangablagerungen) ausgeführt werden. Hierbei sind jedoch aufgrund der geringen Standfestigkeit eine abschnittsweise Herstellung oder ein Grabenverbausystem erforderlich. Des Weiteren ist möglicherweise eine Wasserhaltung zusätzlich erforderlich.

Im Baufeld sind bei nur geringer Auftragsstärke über derzeitigem Gelände und mäßiger Schichtmächtigkeit bereits mehrere Zentimeter an Setzungen zu erwarten. Wird auch das talseitige Freiflächengelände außerhalb des Grundrisses aufgefüllt, muss mit noch größeren Setzungen gerechnet werden. Auf Basis einer konkreten Planung kann über eine Setzungsberechnung die Größenordnung durch HuP abgeschätzt werden.

13.1 Baugrubensohle

Die Baugrubenaushubsohle ist mittels Glattschneide abzuziehen. Ein direktes Befahren des Erdplans ist, um ein Aufarbeiten als Folge der Befahrung zu vermeiden, auszuschließen. Bei direkter Befahrung ist eine 30 cm starke Planums-Schutzschicht zu belassen.

Ggf. anfallendes Schicht- oder Grundwasser ist mittels einer offenen Wasserhaltung (siehe Kapitel 13.3 „Wasserhaltung“) zu fassen und abzuführen.

13.2 Baugrubenböschung

Die zeitweise oder andauernd zu erwartenden Schichtwasserzutritte in den Böschungen beeinflussen die Standsicherheit negativ. Sofern die Platzverhältnisse dies zulassen, kann die Baugrube in Anlehnung an DIN 4124⁵ ohne weiteren Standsicherheitsnachweis und bis zu einer Höhe von ca. 4,0 m unter nachstehenden maximalen Böschungsneigungen

$$\beta \leq 45^\circ$$

frei geböscht werden:

Die Böschungskronen sind für Baugeräte von 12 t bis 40 t auf eine Breite von mindestens 2 m, bei Fahrzeugen unter 12 t auf mindestens 1 m Breite lastfrei zu halten. Die begehbare Arbeitsraumbreite muss mindestens 0,5 m betragen.

Zum Schutz vor Witterungseinflüssen ist die Böschung mit einer windsicher fixierten, überlappenden Folie abzuhängen. Am Kopf der Böschung ist zusätzlich eine Tagwassersperre anzuordnen.

Falls anhaltende Schichtwasserzutritte Bereiche aus der Böschung erodieren und die Standsicherheit der Böschung beeinträchtigt, ist auf die Böschung ein Trennnvlies aufzulegen. Zur Beschwerung kann eine dünne Lage von ca. 20 cm aus Einkornbeton aufgebracht oder bei ausreichend Platz Schotter angeschüttet werden.

⁵ DIN 4124 (01/2012) „Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau und Arbeitsraumbreiten“

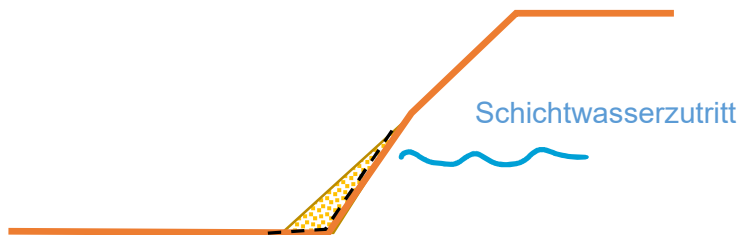


Abbildung 3: ggf. Vlies + Auflastfilter am Böschungsfuß

13.3 Wasserhaltung

Ggf. zeitweise oder auch dauernd anfallendes Schicht- und Sickerwasser ist über offene Wasserhaltung abzuführen. Die anfallende Wassermenge wird zwischen 0 und 2 l/s angenommen. Zu Beginn (instationär) und nach Niederschlägen können kurzzeitig auch etwas größere Wassermengen nicht sicher ausgeschlossen werden.

Die Wasserhaltung ist über angelegte Pumpensümpfe oder an planmäßigen Eintiefungen unter die Baugrubensohle (Aufzugsunterfahrten, Hebeanlagen) zu betreiben. Die Pumpensümpfe sind (siehe untenstehende Hinweise) so anzulegen, dass kein Bodenmaterial erodiert wird.

Folgende Maßnahmen sind einzuplanen:

- kleine grubenartige Vertiefungen mit ca. 0,5 m bis 1 m unter Baugrubensohle
- Einlegen eines Trennvlieses GRK 2 oder GRK 3
- Einbringung einer Filterschicht aus Kies 16/32 mm, d = 20 cm
- Einstellen gelochter Schachtringe DN 800 bis DN 1000
- Verkiesung des Ringraums Kies 8/16 mm
- Einstellen einer Tauchwasserpumpe mit Schwimmerschaltung
- Abpumpen über Schlauchleitungen über ein hydraulisch günstig gestaltetes Absetzbecken mit Schützen und Reiter
- bei Betonierarbeiten bzw. erhöhtem pH-Wert Zuschaltung einer automatischen Neutralisationsanlage
- Ableitung über einen Wasserzähler in die Schmutzwasserkanalisation unter Einhaltung der Einleitergrenzwerte des Betreibers (z.B. Entwässerungsbetrieb der Stadt)
- arbeitstägliches Führen eines Betriebstagebuchs mit Hinweisen auf Niederschlagsmengen und Ableitungsmengen als Nachweis für die Genehmigungsbehörde und für die Abrechnung

Die Reichweite des bei der Wasserhaltung entstehenden Absenktrichters wird mit wenigen Metern abgeschätzt, sodass keine negativen Auswirkungen auf umliegende Bebauungen zu erwarten sind.

Auch für die Wasserhaltung ist die wasserrechtliche Erlaubnis zu beantragen. Evtl. behördliche Auflagen sind zusätzlich zu beachten.

14. Schutz vor Durchfeuchtung und Abdichtung von erdberührten Bauteilen

14.1 Schutz vor Durchfeuchtung

Die Fertigfußbodenhöhe ist mit 898,84 mNHN angegeben. Bei der Erkundung konnte hangseitig knapp unterhalb bei ca. 898,2 mNHN ein Schichtwasserzutritt beobachtet werden.

Bei der Erkundung konnten somit Grund- bzw. Schichtwasserzutritte bis nahe an die Bodenplatte beobachtet werden. Grund- und Schichtenwasser darf nicht gedrängt werden. Das Grundwasser bzw. der Bemessungsgrundwasserspiegel kann unter Berücksichtigung des notwendigen Sicherheitszuschlags bis an das geplante Gebäude und somit bis an die Bodenplatte und aufgehende Wände heranreichen. Es wird daher empfohlen, vorsorglich die Bodenplatte und eingeebten Wände gegen drückendes Wasser abzudichten.

Es ist nicht sicher auszuschließen, dass in seltenen Fällen auch einmal das Grund-/ Schichtwasser bis über den Sicherheitszuschlag bzw. Bemessungsgrundwasserspiegel ansteigen kann. Zur Sicherstellung der Planung und Bemessung wird deshalb auf Höhe des Bemessungsgrundwasserspiegels oder darüber eine Sicherheitsdrainage empfohlen, welche einen höheren Anstieg sicher verhindert.

Es kann zudem nicht ausgeschlossen werden, dass z. B. nach anhaltenden Niederschlägen zeitweise Wasser über die Arbeitsräume seitlich des Baufeldes zusickern kann. In den gering durchlässigen bindigen Böden kann sich dieses zutretende Wasser bei ungünstigen Bedingungen zeitweise aufstauen.

Die festgelegte Höhe der Sicherheitsdrainage stellt dann die maßgebende Höhe für die Bemessung der Abdichtung und Auftriebssicherheit dar.

Die Sicherheitsdrainage muss daher in der Lage sein, die Grundwasserspitze auf Bemessungsniveau zu kappen und auch einen höheren Aufstau von Sickerwasser zu verhindern.

Unter der Bodenplatte EG ist zudem eine Sohlfilterschicht aus Schotter 2/32 mm oder 5/32 mm in einer Mindestmächtigkeit von 20 cm anzuordnen. Um ein Eindringen feinkörnigen Bodens in den Sohlfilter zu verhindern, ist auf dem Erdplanum ein sich überlappendes Trenn- und Filtervlies zwischen Boden und Sohlfilterschicht einzulegen. Das Einschlämmen von Zement beim Betonieren muss durch eine geeignete Folienabdeckung, eine verlegte Isolierung oder vergleichbare Maßnahmen verhindert werden.

Im Bereich von erdberührten Wänden ist oberhalb der Sicherheitsdränage bis ca. 15 cm unter die geplante Geländeoberfläche ausreichend durchlässiges mineralisches Material oder eine geeignete gegen den Erddruck stabile Wanddränage (z.B. Dränagematte mit Vlieskaschierung zur Erdseite und Folie zur Wandseite) vorzusehen, die das Wasser drucklos an die Sicherheitsdränage ableitet.

Die im Erdreich umlaufende, in Kies gebettete Sicherheitsdränage muss über Kontroll- und Reinigungseinrichtungen spülbar sein (Spülrohre an Richtungswechseln DN 300, Kontrollrohre mind. DN 100 und Übergabeschacht mindestens DN 1000).

In Streifenfundamenten, Trägerrosten und Frostschrägen sind Rohrdurchführungen (DN 100, Abstand ≤ 5 m) mit Verbindung zum Sohlfilter vorzusehen.

Die Ableitung des anfallenden Wassers ist rückstausicher (Rückstauklappe) an die zuverlässige Vorflut anzuschließen.

Wird keine Sicherheitsdränage eingebaut, kann Schichtwasser und seitlich zutretenden Sickerwasser ggf. bis zur Geländeoberfläche aufstauen. In diesem Fall ist der Bemessungswasserspiegel dem Geländeniveau gleichzusetzen.

14.2 Abdichtung von erdberührten Bauteilen

Erdberührende Sohlen und Außenwände sind bei einer Dränung nach DIN 4095 entsprechend DIN 18533-1⁶, Kapitel 5 „Einwirkungen und Nutzungsklassen“ abzudichten. Nach Punkt 5.1 „Wassereinwirkung“ ist vom Gutachter zunächst die erdseitige Art der Einwirkung des Wassers zu bestimmen. Diese wird dann entsprechend der Norm (vgl. Tabelle 3) in verschiedene Klassen unterschieden.

⁶ DIN 18533-1 (07/2017) „Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze“

Tabelle 4: Wassereinwirkungsklassen (aus DIN 18533-1 Tabelle 1)

Nr.	1	2	3	4
	Klasse	Art der Einwirkung	Beschreibung	Abdichtung nach
1	W1-E	Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser	5.1.2.1	8.5
2	W1.1-E	Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden	5.1.2.2	8.5.1
3	W1.2-E	Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung	5.1.2.3	8.5.1
4	W2-E	Drückendes Wasser	5.1.3.1	8.6
5	W2.1-E	Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe	5.1.3.2	8.6.1
6	W2.2-E	Hohe Einwirkung von drückendem Wasser > 3 m Eintauchtiefe	5.1.3.3	8.6.2
7	W3-E	Nicht drückendes Wasser auf erdüberschütteten Decken	5.1.4	8.7
8	W4-E	Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel sowie Kapillarwasser in und unter Wänden	5.1.5	8.8

Für Abdichtungen gegen nicht drückendes Wasser von erdüberschütteten Decken, von Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel und Kapillarwasser in und unter erdberührten Wänden wird auf die DIN 18533-1 verwiesen.

Teile der der Bodenplatte und aufgehenden Wände binden unter den Bemessungsgrundwasserspiegel ein. Dieses wirkt auf die Abdichtung als drückendes Wasser. Mit dem Einbau einer Sicherheitsdrainage auf Höhe des empfohlenen Bemessungsgrundwasserspiegels oder eines höheren Bemessungsniveaus können die Anforderungen für die Planung der Abdichtung definiert werden.

Erdberührte Wände und Bodenplatten mit „drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe“ sind nach DIN 18533-1⁷ nach der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E abzudichten.

Erdberührte Wände und Bodenplatten mit „drückendem Wasser > 3 m Eintauchtiefe“ sind nach DIN 18533-1 nach der Wassereinwirkungsklasse W2.2-E abzudichten.

Alternativ zu einer Abdichtung bei der Wassereinwirkungsklasse W2-E nach DIN 18533-1 kann auch eine Abdichtung nach der WU-Richtlinie erfolgen. Hierbei ist jedoch die Wasserdampfdiffusion durch den WU-Beton zu beachten. Zudem ist zu beachten, dass bei Systemen, die auf einer Selbstheilung

⁷ DIN 18533-1 (07/2017) Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze

von Trennrissen im Beton basieren, dieses Wasser bis zur planmäßigen Abdichtungshöhe noch vor dem Einzug vorhanden sein muss. Bei der Auswahl der Abdichtungsbauart ist vom Planer zusätzlich die Rissklasse, Rissüberbrückungsklasse, Raumnutzungsklasse und Zuverlässigkeitsanforderungen nach DIN 18355-1 zu berücksichtigen.

15. Arbeitsraumverfüllung

Für setzungsempfindliche Bereiche und unter Verkehrsflächen (z. B. Hofflächen) sind die anstehenden Böden aufgrund der schlechten Wiedereinbaubarkeit, verbunden mit anhaltenden Nachsetzungen, nicht für die Arbeitsraumverfüllung geeignet. Für diese Bereiche eignen sich daher besser die in nachstehender Tabelle nach ZTV E StB 17⁸ angegebenen Böden. Besonders geeignete Böden sind die hervorgehobenen Kiese bzw. Schotter (z. B. nichtbindiger Siebschutt). Die Setzungen an der Oberfläche können bei der empfohlenen Materialauswahl und entsprechender Verdichtung auf ca. 0,5 % der Verfüllhöhe begrenzt werden.

Tabelle 5: Empfohlene Bodenarten zur Arbeitsraumverfüllung

Kurzbeschreibung	Bodengruppe (DIN 18 196)
grobkörnige Böden	SW, SI, SE, GW, GI, GE

Um Tagwasserzutritte gering zu halten, ist zur Geländeoberfläche ein 1 m mächtiger Lehmschlag vorzusehen. Um Setzungen gering zu halten, muss dieser mindestens halbfest sein oder kann zuvor durch Bindemittel bodenverbessert werden. Nachsetzungen von 1 % bis 1,5 % der Auffüllhöhe müssen bei derartigen Böden dann jedoch toleriert werden.

An die Verdichtung der Arbeitsraumverfüllung werden, in Abhängigkeit von der Nutzung der überlagernden Flächen, folgende Anforderungen an die einfache Proctordichte (D_{Pr}) gestellt:

- überbaute Flächen/ Arbeitsraum $D_{Pr} \geq 103 \%$
- Verkehrsflächen $D_{Pr} \geq 100 \%$
- Grünflächen $D_{Pr} \geq 95 \%$

Bei gemischt- und feinkörnigen Böden ist der Luftporengehalt auf der trockenen Seite des Proctoroptimums zur Vermeidung nachträglicher Veränderungen (Aufweichen/ Setzungen) auf

⁸ Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau ZTV E-StB 2017

$$n_a \leq 8\%$$

zu begrenzen.

Es wird empfohlen, die gestellten Anforderungen über Verdichtungs- und Tragfähigkeitsversuche im Rahmen einer Fremdüberwachung überprüfen zu lassen.

16. Erddruck

Für die Bemessung der eingeebneten Wände auf **Erddruck** entsprechend DIN 4085⁹ ist bei Kellerwänden und guter bis hoher Arbeitsraumverdichtung (mindestens mitteldichte Lagerung), die zudem in das Bauwerk einbezogen sind und zusätzlich von diesen gestützt sind, ist von einer annähernd unnachgiebigen Stützung auszugehen. Für diesen Fall wird empfohlen, in der Erddruckbemessung den erhöht aktiven Erddruck anzusetzen. Der wirksame Erddruck ist aus 50% aktivem Erddruck und 50% Erdruchdruck ($E_{ah}=0,5 \times E_{ah} + 0,5 \times E_{oh}$) zu ermitteln.

Der Ansatz des Verdichtungserddrucks wird nach intensiver und leichter Verdichtung unterschieden. Bei intensiver Verdichtung sind die ermittelten Erddruckspannungen bei unnachgiebigen Wänden mit dem Verdichtungserddruck entsprechend nachstehender Tabelle zu überlagern. Kommen Vibrationsplatten mit einer Betriebsmasse von ≤ 250 kg zu Einsatz kann unabhängig von der Breite des zu verfüllenden Raumes ein niedrigerer Verdichtungserddruck von $e_{vh} = 15$ kN/m angesetzt werden. Der sich ergebende maximale Erddruck ist in der Bauteilbemessung zu berücksichtigen.

Tabelle 6: Verdichtungserddruck nach DIN 4085 bei intensiver und bei leichter Verdichtung

Nachgiebigkeit der Wand	Intensive Verdichtung		Leichte Verdichtung mit Vibrationsplatten mit einer Betriebsmasse von ≤ 250 kg
	Breite des zu verfüllenden Raums B B ≤ 1,00 m	B ≥ 2,50 m	
nachgiebig	e _{vh} = 25 kN/m ²	z _a = 2,00 m	e _{vh} = 15 kN/m ² z _a = 2,00 m
unnachgiebig	e _{vh} = 40 kN/m ²	e _{vh} = 25 kN/m ²	e _{vh} = 15 kN/m ²
	für Zwischenwerte von B darf geradlinig interpoliert werden		

⁹ DIN 4085 (08.2017) Baugrund – Berechnung des Erddrucks

17. Versickerung

Die obere Grenze für die Eignung einer Versickerung liegt nach den einschlägigen Empfehlungen bei Durchlässigkeiten ca. $k_f \geq 10^{-6}$ m/s. Für die gemischtkörnigen-bindigen Auffüllungen und Schwemmlagerungen sind je nach Feinanteil k_f -Werte zwischen ca. 1×10^{-5} m/s bis 1×10^{-8} m/s anzunehmen. Die Auffüllungen sowie die darunter folgenden Bodenschichten sind als überwiegend schwach bis sehr schwach wasserdurchlässig einzustufen. Damit eignen sich die oberflächennahen Schichthorizonte nicht für eine konzentrierte (oberflächennahe) Versickerung.

18. Erdbebensicherheit

Gemäß DIN 4149¹⁰ - Bauten in deutschen Erdbebengebieten - sowie der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg ergibt sich für das geplante Bauvorhaben folgende Zuordnung:

Tabelle 7: Erdbeben, Zuordnungen und geologische Untergrundklassen des Bauvorhabens

Erdbebenzone	1	Intensitätsintervalle $6,5 \leq I \leq 7$ Bemessungswert der Bodenbeschleunigung $a_g = 0,4$ m/s ²
Untergrundklasse	R	Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund
Baugrundklasse	B	mäßig verwitterte Festgesteine bzw. Festgesteine mit geringerer Festigkeit Dominierende Scherwellengeschwindigkeiten liegen etwa zwischen 350 m/s - 800 m/s

19. Gefahren durch Radon

Gemäß der Radonkarte des Bundesamts für Strahlenschutz ist im Bereich des Baufeldes regional von einer berechneten Bodenluftkonzentration von ca. 158 kBq/m³ auszugehen. Dieser Wert kann allerdings zeitlich und räumlich stark schwanken. Die ausgewiesene Konzentration entspricht der höchsten Kategorie der Radonkarte. Das Risiko ist damit als erster Anhaltswert als sehr hoch einzustufen. Es wird daher die Durchführung von Bodenluftmessungen auf Radon für eine genauere Voreinschätzung des Risikos empfohlen.

¹⁰ DIN 4149: 2005-04 – Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastnahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten

Falls über diese allgemeinen Hinweise hinaus eine weiterführende Beratung zur Radonproblematik erwünscht ist, wird um Mitteilung gebeten.

20. Schlussbemerkung

Die Ausführungen im Gutachten beruhen auf punktuell durchgeführten Aufschlüssen. Treten von den beschriebenen Baugrund- oder Grundwasserverhältnissen wesentliche Abweichungen auf, ist der Gutachter umgehend zu benachrichtigen.

Sofern Fragen zum Gutachten auftreten, stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.



(Projektbearbeitung)
Stefan Halder, M.Sc.



(Projektleitung Bautechnik, GF + Partner)
Dipl.-Ing. (FH) Thomas Benz

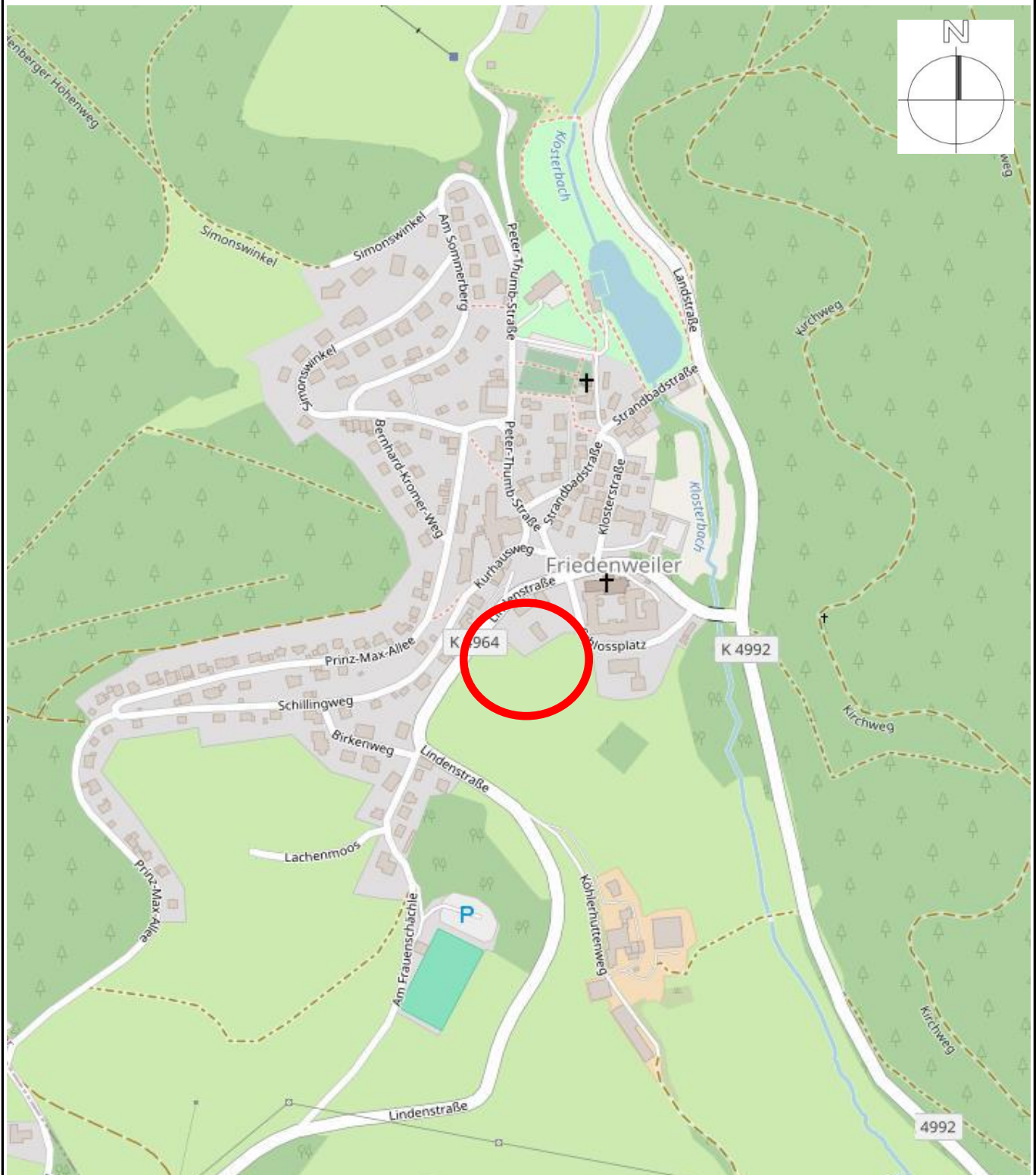


Von der Industrie- und Handelskammer Stuttgart
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständi-
ger für Erd- und Grundbau; Gründungsschäden



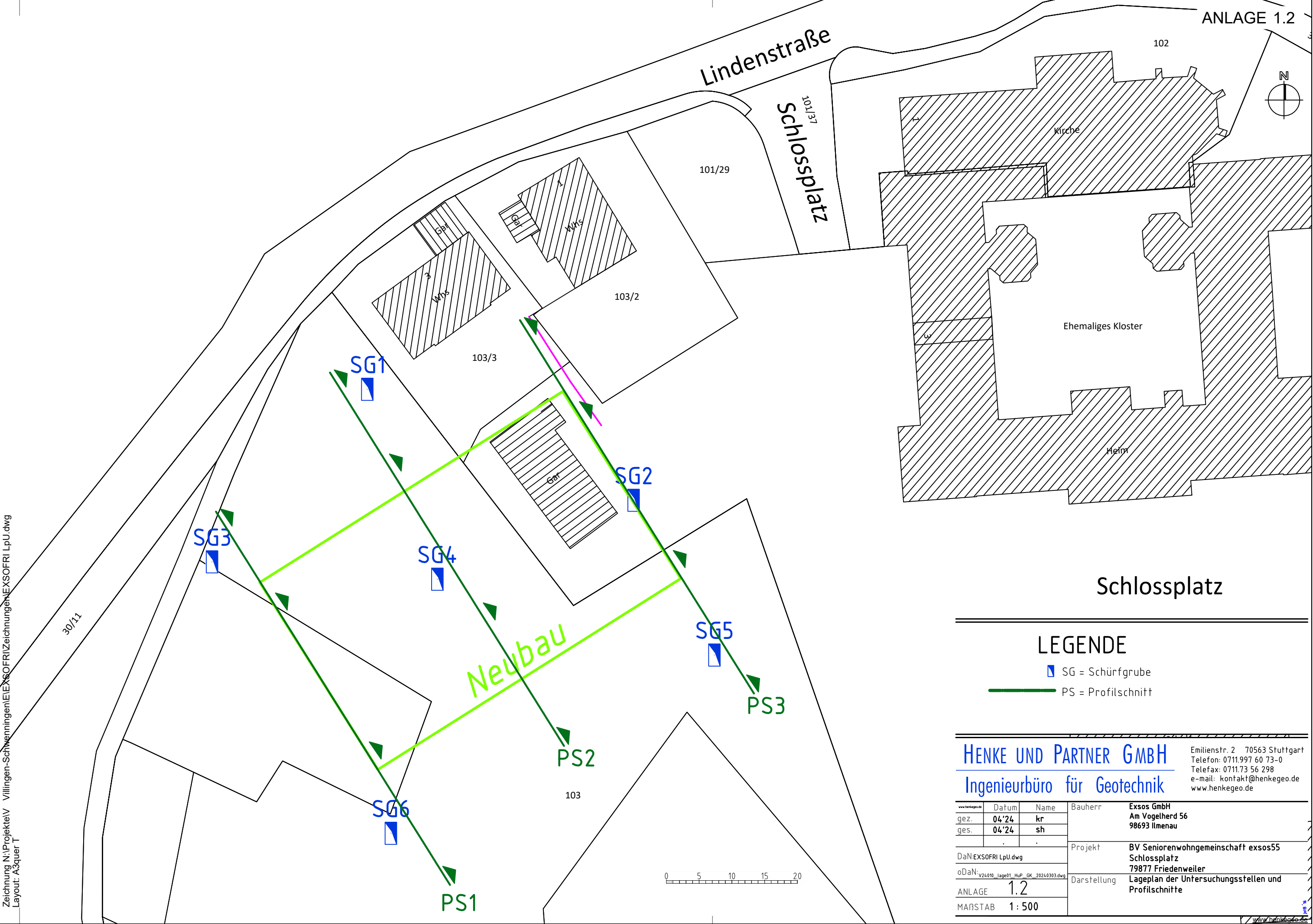
(Projektleitung)
Dipl.-Geol. Dominic Köhler

Projekt: BV Seniorenwohngemeinschaft exs055



Karte: © OpenStreetMap-Mitwirkende
www.openstreetmap.org/copyright

Zeichnung N:\Projekte\IV Villingen-Schwenningen\I\EXSOFRI\Zeichnungen\EXSOFRI LpU.dwg
Layout: A3quer T



ANLAGE 1.2

Schlossplatz

LEGENDE

- SG = Schürfgrube
- PS = Profilschnitt

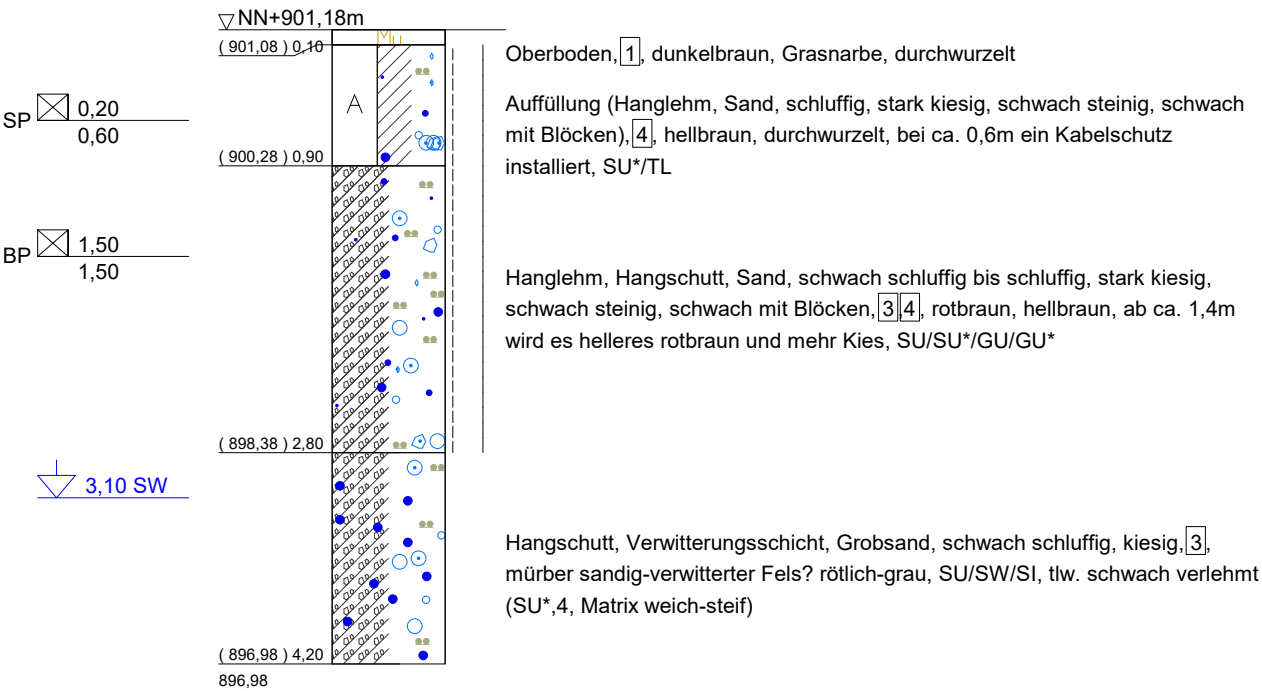
HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstr. 2 70563 Stuttgart
 Telefon: 0711.997 60 73-0
 Telefax: 0711.73 56 298
 e-mail: kontakt@henkegeo.de
 www.henkegeo.de

www.henkegeo.de	Datum	Name	Bauherr	Exsos GmbH Am Vogelherd 56 98693 Ilmenau
gez.	04'24	kr	Projekt	BV Seniorenwohngemeinschaft exsos55 Schlossplatz 79877 Friedenweiler
ges.	04'24	sh		
DaN-EXSOFRI LpU.dwg			Darstellung	Lageplan der Untersuchungsstellen und Profilschnitte
oDaN: V24010_lage01_HUP_GK_20240303.dwg				
ANLAGE		1.2		
MAßSTAB		1 : 500		

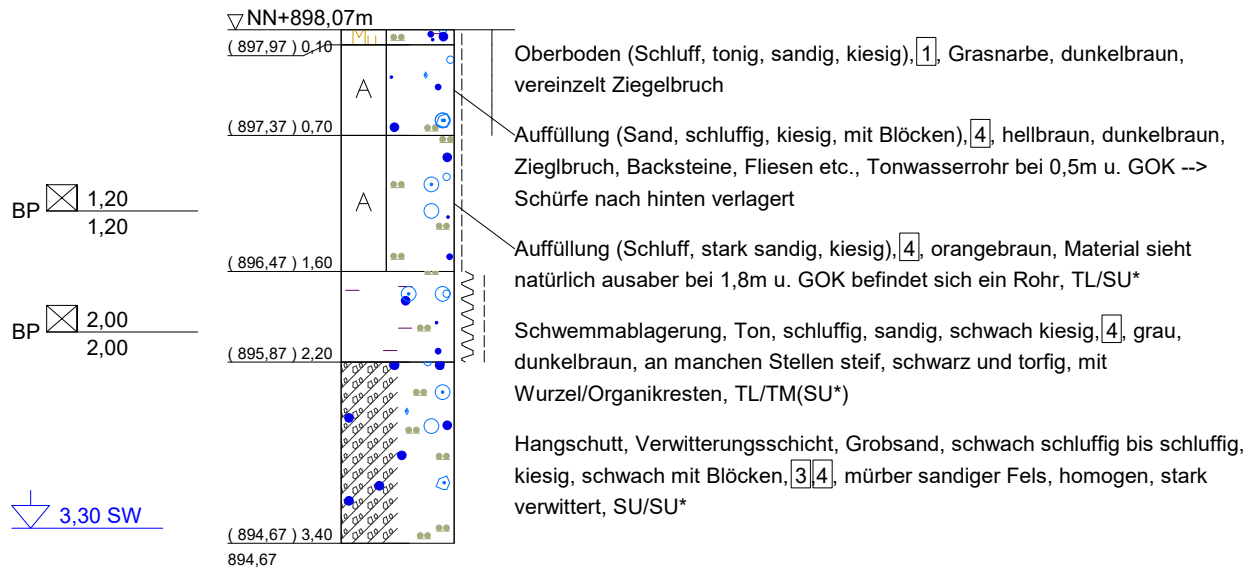
SG 1



Schürfgrube kurzfristig standfest.
Leichter Wasserzutritt ab ca. 3,1 m u. GOK führt
zu Nachbrechen von Grubenwänden.
Leichter Wassereinstau in Sohle.

Bauvorhaben: Neubau Seniorenwohngemeinschaft in 79877 Friedenweiler		
Planbezeichnung: Schürfgrube (SG) 1		
Plan-Nr: EXSOFRI SG1	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: M.Sc. S. Halder	Datum: 04.03.24
	Gezeichnet: Ha	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
	Projekt-Nr: EXSOFRI	

SG 2



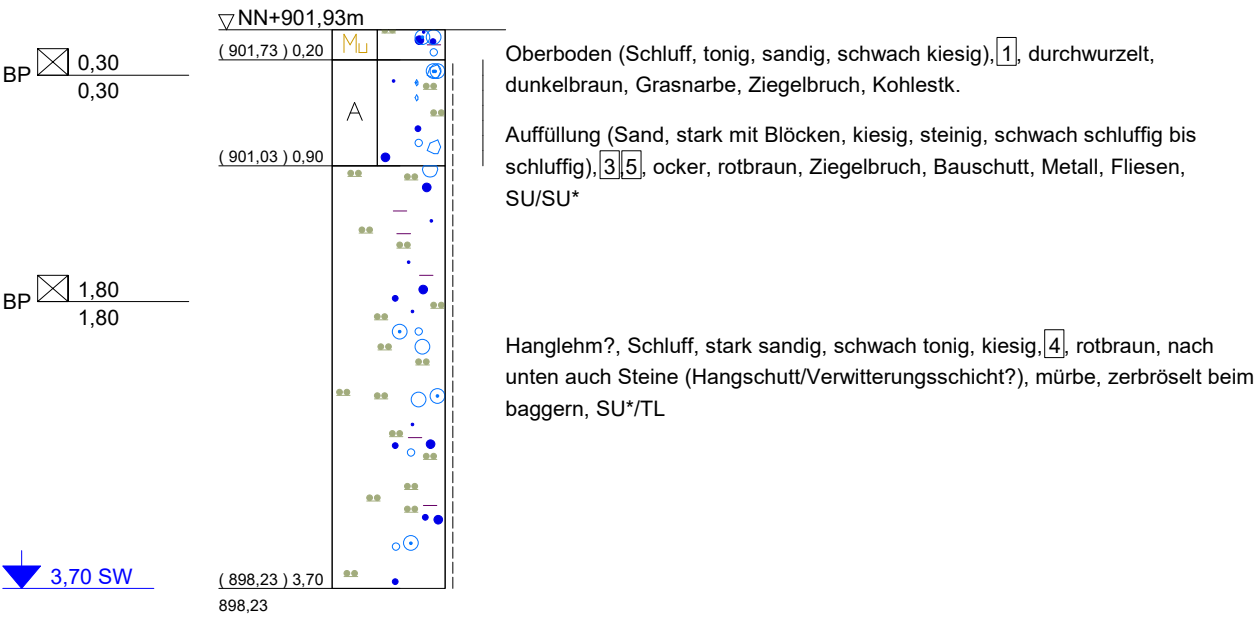
Schürfgrube standfest bis 3,4 m.
Leichter Wassereinstau in Sohle.

Bauvorhaben:
Neubau Seniorenwohngemeinschaft
in 79877 Friedenweiler

Planbezeichnung:
Schürfgrube (SG) 2

Plan-Nr: EXSOFRI SG2	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: M.Sc. S. Halder Gezeichnet: Ha Geändert: Gesehen: Projekt-Nr: EXSOFRI
	Datum: 04.03.24

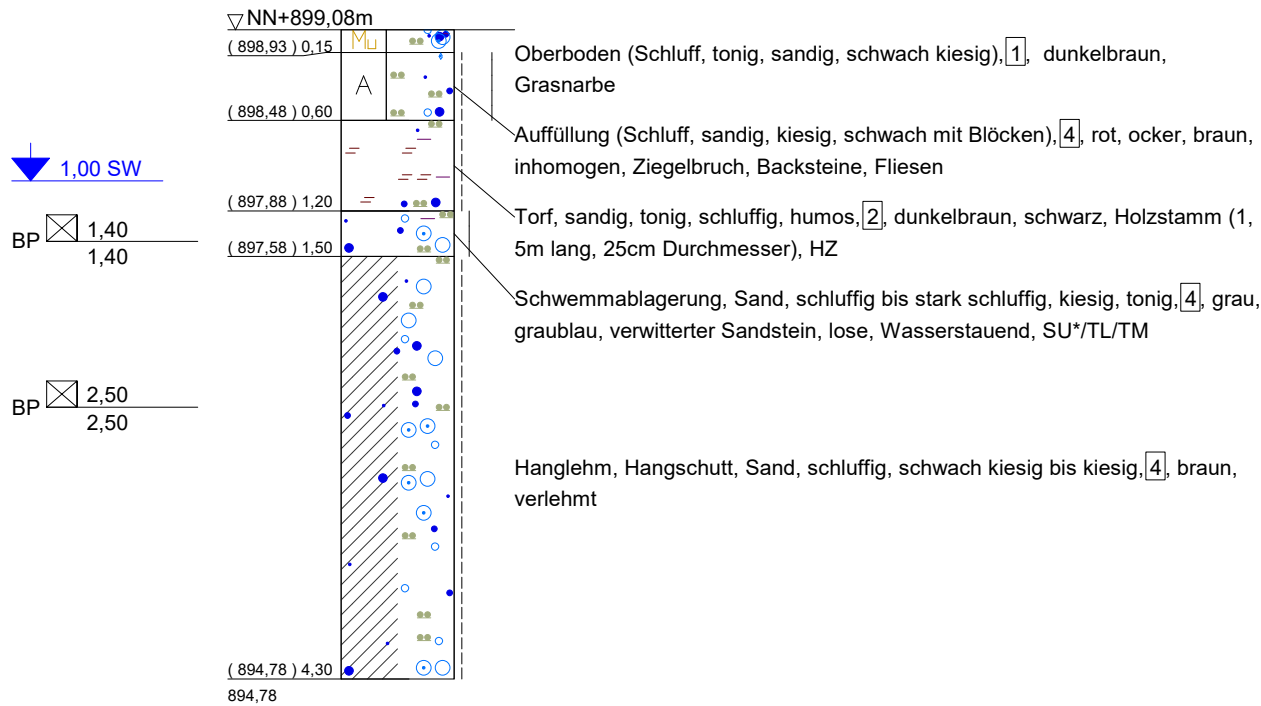
SG 3



starker Wasserzutritt bei 3,7m u. GOK
Abbruch, da Schürfgrubenwände nachbrechen

Bauvorhaben: Neubau Seniorenwohngemeinschaft in 79877 Friedenweiler		
Planbezeichnung: Schürfgrube (SG) 3		
Plan-Nr:	EXSOFRI SG3	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter:	M.Sc. S. Halder
	Gezeichnet:	Ha
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr:	EXSOFRI
		Datum: 04.03.24

SG 4

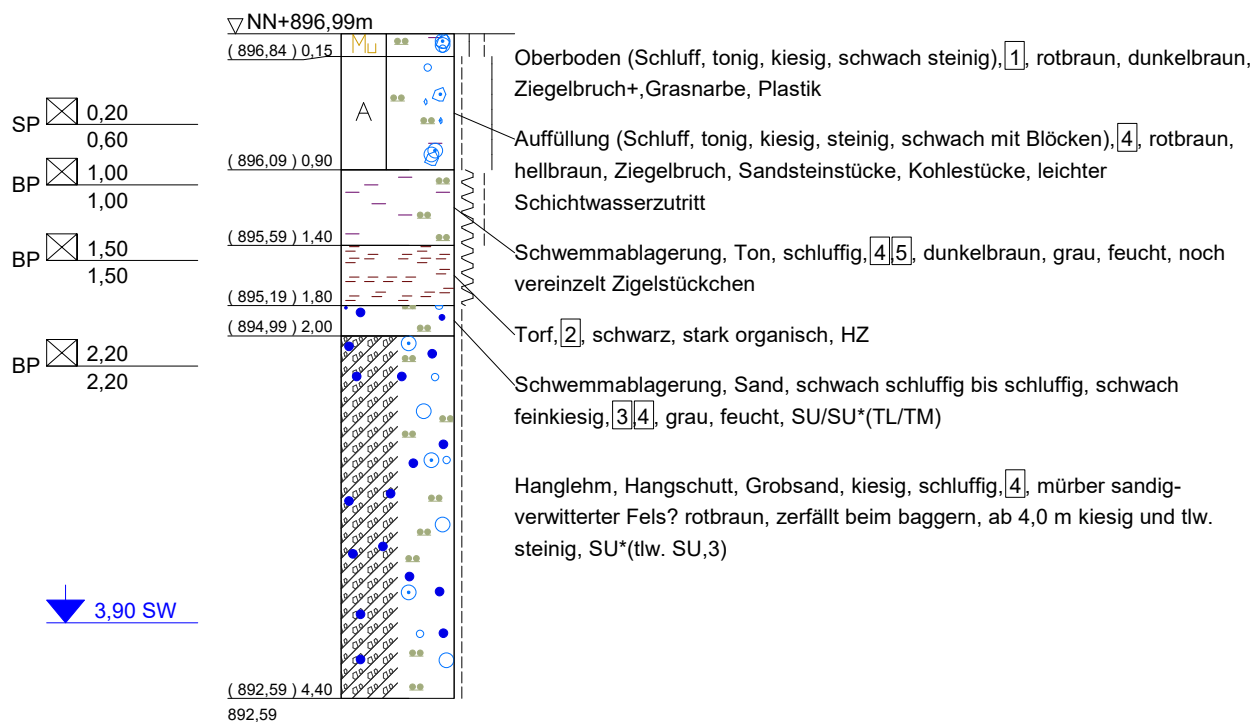


Bauvorhaben:
Neubau Seniorenwohngemeinschaft
in 79877 Friedenweiler

Planbezeichnung:
Schürfgrube (SG) 4

Plan-Nr:	EXSOFRI SG4	Maßstab:	1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298		Bearbeiter:	M.Sc. S. Halder
		Gezeichnet:	Ha
		Geändert:	
		Gesehen:	
		Projekt-Nr:	EXSOFRI
		Datum:	04.03.24

SG 5



Bauvorhaben:

Neubau Seniorenwohngemeinschaft
in 79877 Friedenweiler

Planbezeichnung:

Schürfgrube (SG) 5

Plan-Nr: EXSOFRI SG5

Maßstab: 1:50

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstraße 2

70563 Stuttgart

Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0

Fax: 0711 / 73 56 298

Bearbeiter: M.Sc. S. Halder

Gezeichnet: Ha

Geändert:

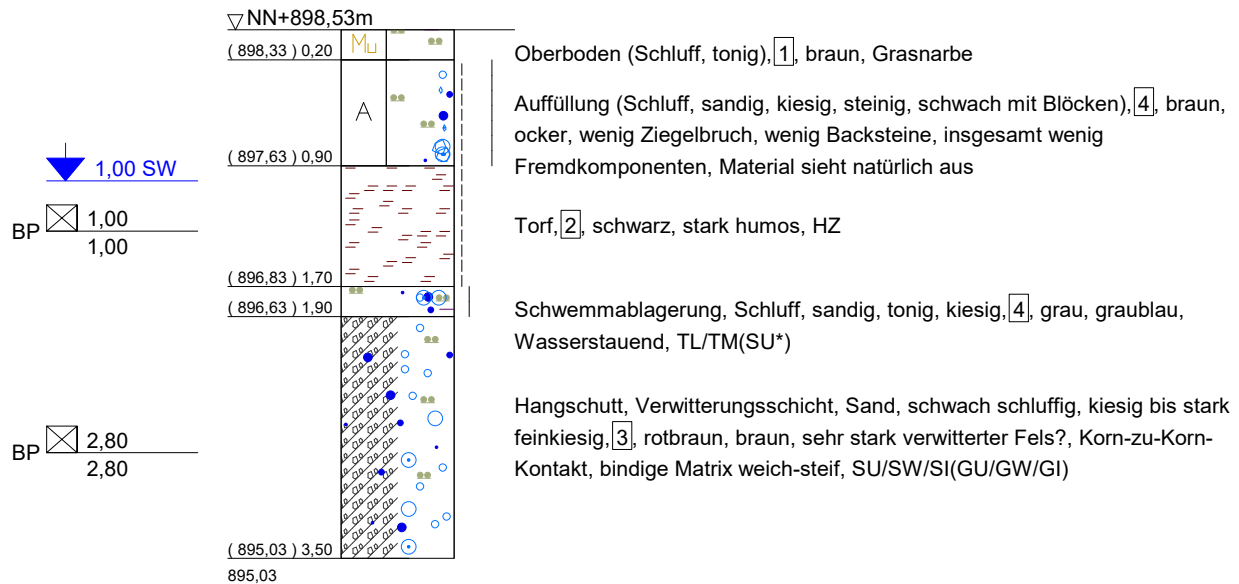
Gesehen:

Projekt-Nr: EXSOFRI

Datum:

04.03.24

SG 6



Bauvorhaben:

Neubau Seniorenwohngemeinschaft
in 79877 Friedenweiler

Planbezeichnung:

Schürfgrube (SG) 6

Plan-Nr: EXSOFRI SG6

Maßstab: 1:50

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstraße 2

70563 Stuttgart

Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0

Fax: 0711 / 73 56 298

Bearbeiter: M.Sc. S. Halder

Gezeichnet: Ha

Geändert:

Gesehen:

Projekt-Nr: EXSOFRI

Datum:

04.03.24

ANLAGE 2.7

Bodenarten

Blöcke	mit Blöcken	Y y	
Steine	steinig	X x	
Kies	kiesig	G g	
Sand	sandig	S s	
Schluff	schluffig	U u	
Ton	tonig	T t	
Torf	torfig	H h	
Mergel	mergelig	Mg mg	
Auffüllung		A	

Felsarten

Fels allgemein	Z	
Fels verwittert	Zv	
Brekzie, Konglomerat	Gst	
Sandstein	Sst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	
Kalkstein	Kst	
Mergelstein	Mst	
Granit, Gneis	Ma	

Korngrößenbereich

f	fein
m	mittel
g	grob

Nebenanteile

t'	schwach (< 15 %), z.B. schwach tonig
ḡ	stark (ca. 30-40 %), z.B. stark kiesig

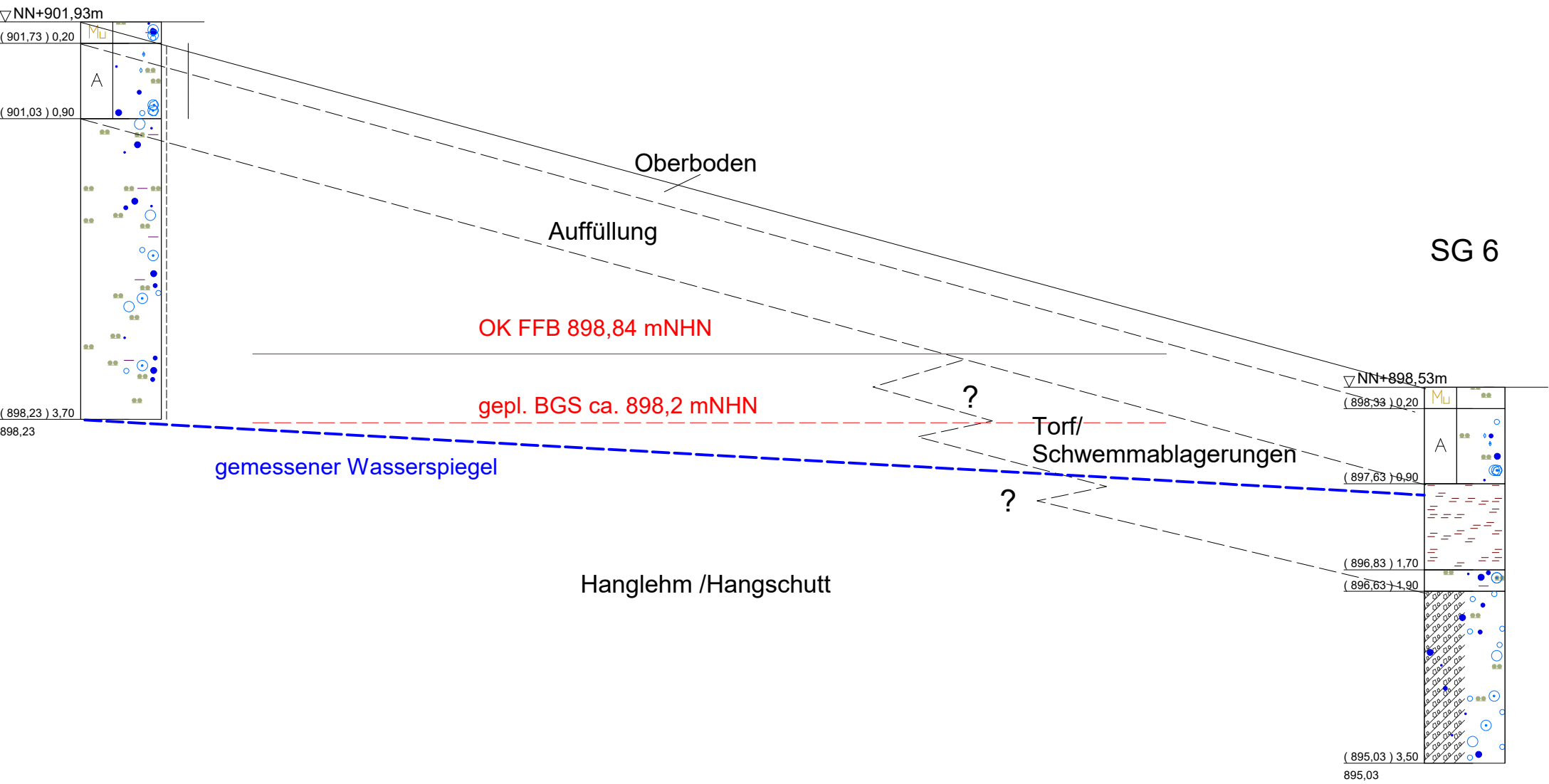
Konsistenz/ Lagerungsdichte

	flüssig		halbfest		locker
	breiig		fest		mittel dicht
	weich	≋	klüftig		dicht
	steif	≋	stark klüftig, brüchig		sehr dicht

Probenentnahmen und Grundwasser

BP		Becherprobe
EP		Eimerprobe
FP		Felsprobe
GP		Glasprobe
MP		Mischprobe
ZP		Zylinderprobe
UP		ungestörte Probe
		Grundwasser angebohrt
		Grundwasser nach Bohrende
		Ruhewasserstand
k. GW		kein Grundwasser

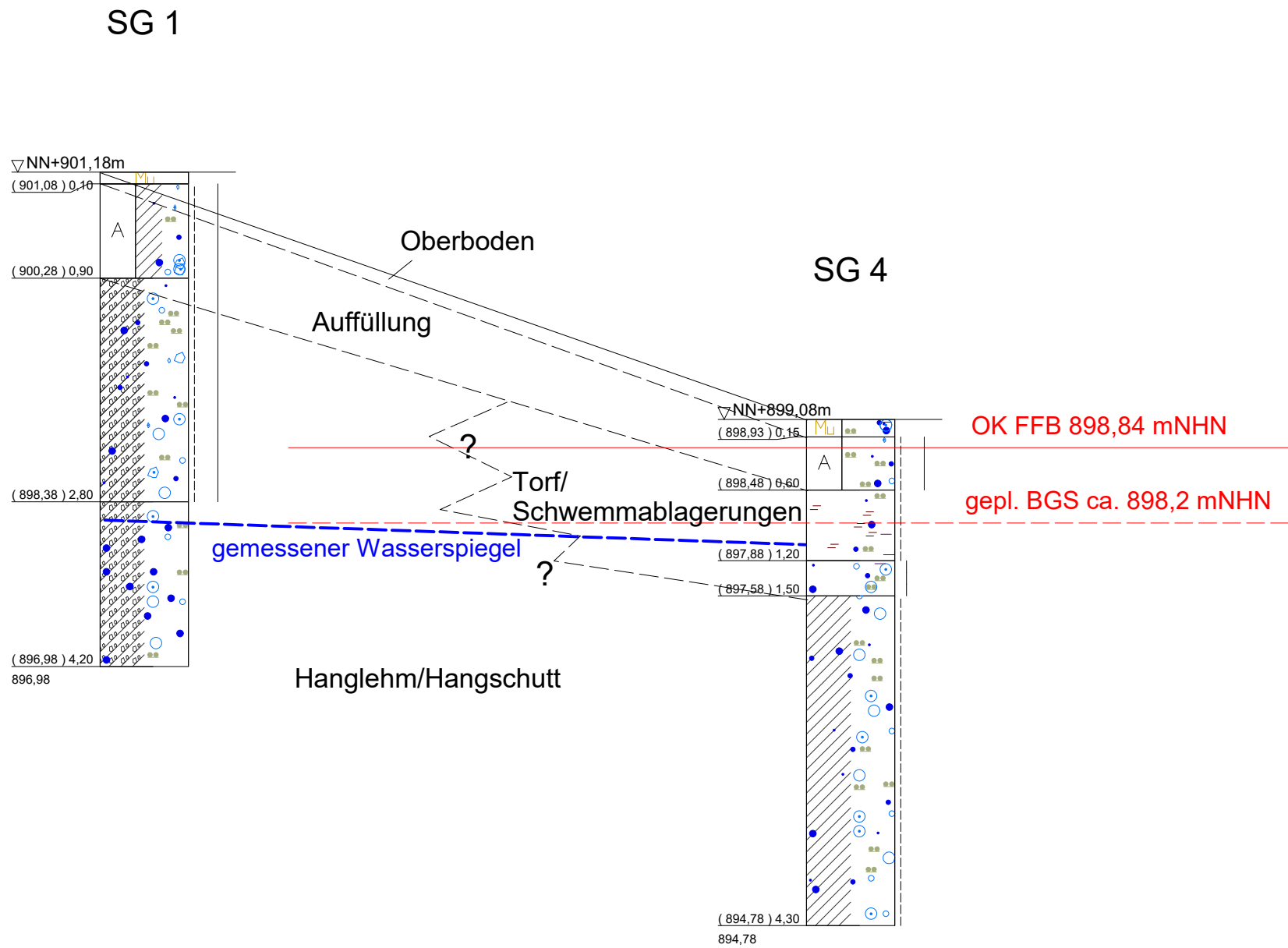
SG 3



SG 6

PROFILSCHNITT 4-FACH ÜBERHÖHT!

Bauvorhaben: Neubau Seniorenwohngemeinschaft in 79877 Friedenweiler		
Planbezeichnung: Profilschnitt (PS) 1		
Plan-Nr:	EXSOFRI PS1	Maßstab: L 1:200 H 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter:	M.Sc. S. Halder
	Gezeichnet:	Ha 04.03.24
	Geändert:	
	Gesehen:	
		Projekt-Nr: EXSOFRI



PROFILSCHNITT 4-FACH ÜBERHÖHT!

Bauvorhaben:
Neubau Seniorenwohngemeinschaft
in 79877 Friedenweiler

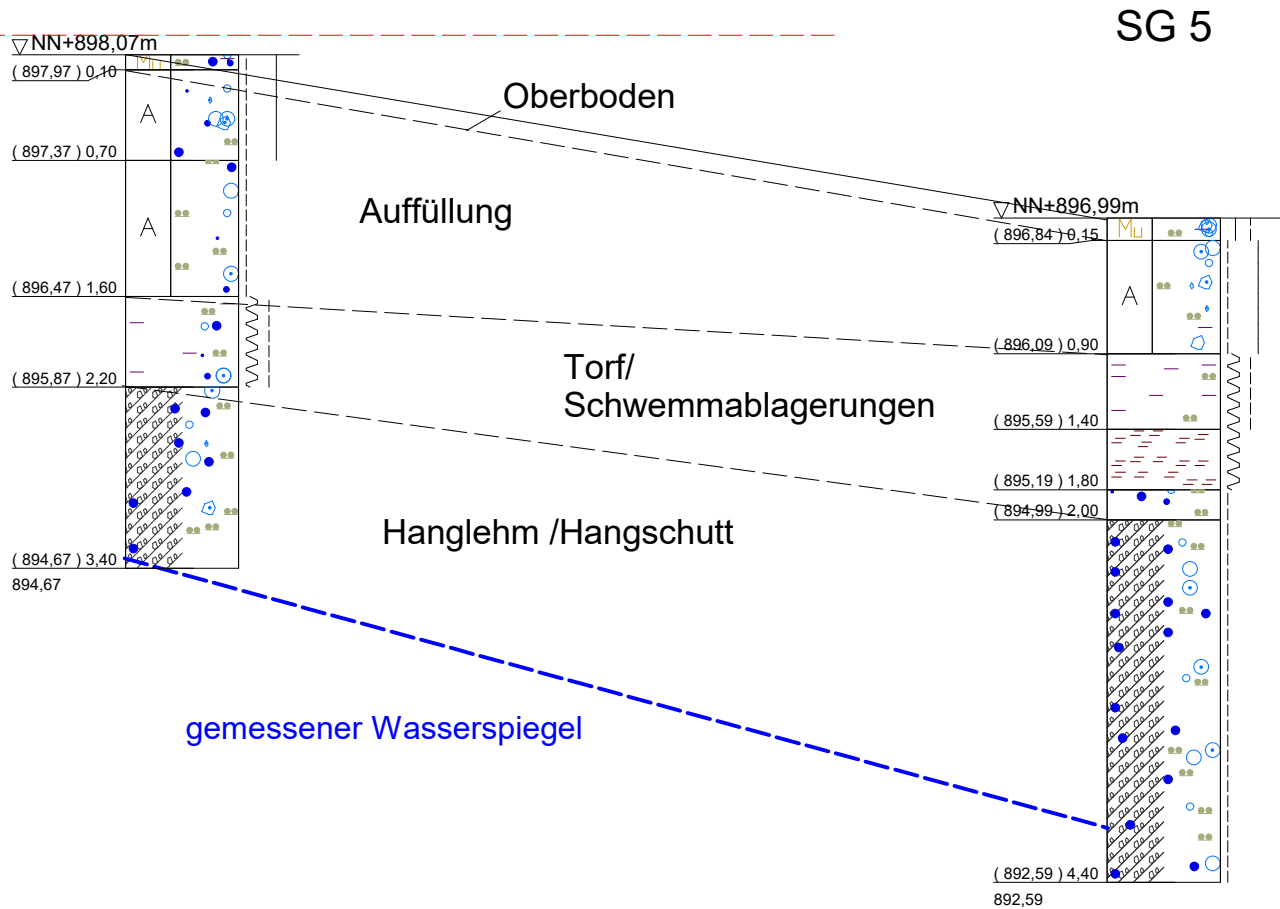
Planbezeichnung:
Profilschnitt (PS) 2

Plan-Nr:	EXSOFRI PS2	Maßstab:	L 1:200 H 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298		Bearbeiter:	M.Sc. S. Halder
		Gezeichnet:	Ha
		Geändert:	
		Gesehen:	
		Projekt-Nr:	EXSOFRI

OK FFB 898,84 mNHN

SG 2

gepl. BGS ca. 898,2 mNHN



PROFILSCHNITT 4-FACH ÜBERHÖHT!

Bauvorhaben:
Neubau Seniorenwohngemeinschaft
in 79877 Friedenweiler

Planbezeichnung:
Profilschnitt (PS) 3

Plan-Nr:	EXSOFRI PS3	Maßstab:	L 1:200 H 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298		Bearbeiter:	M.Sc. S. Halder
		Gezeichnet:	Ha
		Geändert:	
		Gesehen:	
		Datum:	04.03.24
		Projekt-Nr:	EXSOFRI

Anwesen/ Objekt: Neubau Seniorenwohngemeinschaft in Friedenweiler

Datum: 04.03.2024

Anlage: 4

Seite: 1



Bild 1
Übersichtsfoto



Bild 2
SG1 + Aushub



Anwesen/ Objekt: Neubau Seniorenwohngemeinschaft in Friedenweiler

Datum: 04.03.2024

Anlage: 4

Seite: 2



Bild 3

SG 2



Bild 4

SG 3

Anwesen/ Objekt: Neubau Seniorenwohngemeinschaft in Friedenweiler

Datum: 04.03.2024

Anlage: 4

Seite: 3



Bild 5

SG 3 - Auffüllungen unterhalb
 des Oberbodens: Viele
 Blöcke, Bauschutt, Fliesen,
 Ziegelbruch, Metalle



Bild 6

SG 4 + Aushub



Anwesen/ Objekt: Neubau Seniorenwohngemeinschaft in Friedenweiler

Datum: 04.03.2024

Anlage: 4

Seite: 4



Bild 7

SG 5



Bild 8

SG 6

Homogenbereich: **A 18300**

ANLAGE 5.1

Projekt:

EXSOFRI

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	Auffüllung					
Bodengruppe		[-]					SU/SU*/ST/ST*/TL/TM/GU/GU*	
Korngrößenverteilung	T/ U	[%]					5	60
	S						0	60
	G						10	40
Massen- anteil	Steine	X	[%]				0	20
	Blöcke	Y					0	15
	gr. Blöcke	Y					0	1
Dichte	ρ	[g/cm³]					1,8	2,3
Wassergehalt	w_n	[%]					5	45
Plastizitätszahl	I_p	[-]					2	30
Konsistenzzahl	I_c	[-]					0,75	1,2
Konsistenz		[-]					steif	halbfest
Lagerungsdichte	D	[%]					15	45
Kohäsion	c	[kN/m²]						
undrainede Scherfestigkeit	c_u	[kN/m²]					70	150
Sensitivität	S_t	[-]						
Durchlässigkeit	k_f	[m/s]						
Kalkgehalt	V_{Ca}	[%]						
Sulfatgehalt	V_S	[%]						
Abrasivität ¹⁾		[-]						
organischer Anteil	V_{gl}	[Gew.-%]					0	5
Benennung und Beschreibung organischer Böden		[-]						
BKI. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]	4, 3, 5					
Bemerkung								

n.r. = nicht relevant

n.b. = nicht bestimmbar

Feld leer = nicht untersucht

* informell, nicht verbindlich

¹⁾ gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)

Homogenbereich: **B 18300**

ANLAGE 5.2

Projekt: EXSOFRI

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	Schwemmlagerungen/ Torf					
Bodengruppe		[-]					HZ/TL/TM/TA	
Korngrößenverteilung	T/ U	[%]					10	60
	S						0	50
	G						0	20
Massen- anteil	Steine	X	[%]				0	3
	Blöcke	Y					0	1
	gr. Blöcke	Y					0	1
Dichte	ρ	[g/cm³]					1,1	2
Wassergehalt	w_n	[%]					20	80
Plastizitätszahl	I_p	[-]					10	30
Konsistenzzahl	I_c	[-]					0,5	1
Konsistenz		[-]					weich	steif
Lagerungsdichte	D	[%]					n.r.	n.r.
Kohäsion	c	[kN/m²]						
undrained Scherfestigkeit	c_u	[kN/m²]					10	100
Sensitivität	S_t	[-]						
Durchlässigkeit	k_f	[m/s]						
Kalkgehalt	V_{Ca}	[%]						
Sulfatgehalt	V_S	[%]						
Abrasivität ¹⁾		[-]						
organischer Anteil	V_{gl}	[Gew.-%]					6	>20
Benennung und Beschreibung organischer Böden		[-]						
BKI. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]	2,4,5					
Bemerkung			-					

n.r. = nicht relevant

n.b. = nicht bestimmbar

Feld leer = nicht untersucht

* informell, nicht verbindlich

¹⁾ gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)

Homogenbereich: **C 18300**

ANLAGE 5.3

Projekt:

EXSOFRI

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	Hanglehm/ Hangschutt					
Bodengruppe		[-]					SU/SW/SI/SU*/TL/TM/(GU/GU*)	
Korngrößenverteilung	T/ U	[%]					5	50
	S						10	70
	G						5	40
Massen- anteil	Steine	X	[%]				0	10
	Blöcke	Y					0	3
	gr. Blöcke	Y					0	1
Dichte	ρ	[g/cm³]					1,8	2,3
Wassergehalt	w_n	[%]					5	40
Plastizitätszahl	I_p	[-]					2	25
Konsistenzzahl	I_c	[-]					0,5	1
Konsistenz		[-]					weich	halbfest
Lagerungsdichte	D	[%]					30	50
Kohäsion	c	[kN/m²]						
undräßierte Scherfestigkeit	c_u	[kN/m²]					50	120
Sensitivität	S_t	[-]						
Durchlässigkeit	k_f	[m/s]						
Kalkgehalt	V_{Ca}	[%]						
Sulfatgehalt	V_S	[%]						
Abrasivität ¹⁾		[-]						
organischer Anteil	V_{gl}	[Gew.-%]					0	3
Benennung und Beschreibung organischer Böden		[-]						
BKI. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]	3,4					
Bemerkung			-					

n.r. = nicht relevant

n.b. = nicht bestimmbar

Feld leer = nicht untersucht

* informell, nicht verbindlich

¹⁾ gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (08765) 93996-28
 www.agrolab.de

**AGROLAB** GROUP

Your labs. Your service.

AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HENKE UND PARTNER GMBH VERTRETUNG
 SCHWARZWALD-BAAR
 VOR DEM HUMMELSHOLZ 4
 78056 VILLINGEN-SCHWENNINGEN

Datum 18.03.2024

Kundennr. 27026769

PRÜFBERICHT

Auftrag **3528231 EXOSFRI**
 Analysennr. **388396**
 Rechnungsnehmer **27026770 HENKE UND PARTNER GMBH INGENIEURBÜRO FÜR GEOTECHNIK**
 Probeneingang **11.03.2024**
 Probenahme **08.03.2024 13:57**
 Probenehmer **Auftraggeber**
 Kunden-Probenbezeichnung **Auffüllung**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Gesamtfraction					DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	°	8,30	0,001	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	°	82,4	0,1	DIN EN 15934 : 2012-11
Wassergehalt	%	°	17,6		Berechnung aus dem Messwert
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%		0,79	0,1	DIN EN 15936 : 2012-11
Königswasseraufschluß					DIN EN 13657 : 2003-01
Arsen (As)	mg/kg		24	0,8	DIN EN 16171 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/kg		36	2	DIN EN 16171 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/kg		<0,13	0,13	DIN EN 16171 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/kg		30	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/kg		36	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/kg		18	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/kg		0,12	0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	mg/kg		0,2	0,1	DIN EN 16171 : 2017-01
Zink (Zn)	mg/kg		61	6	DIN EN 16171 : 2017-01
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg		<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg		<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
<i>Naphthalin</i>	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Acenaphthylen</i>	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Acenaphthen</i>	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Fluoren</i>	mg/kg		<0,050 (+)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Phenanthren</i>	mg/kg		0,16	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Anthracen</i>	mg/kg		<0,050 (+)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Fluoranthren</i>	mg/kg		0,45	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Pyren</i>	mg/kg		0,31	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Benzo(a)anthracen</i>	mg/kg		0,22	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Chrysen</i>	mg/kg		0,21	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Benzo(b)fluoranthren</i>	mg/kg		0,24	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Benzo(k)fluoranthren</i>	mg/kg		0,11	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Benzo(a)pyren</i>	mg/kg		0,13	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Dibenzo(ah)anthracen</i>	mg/kg		<0,050 (+)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Benzo(ghi)perylene</i>	mg/kg		0,085	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05

Seite 1 von 4

AG Landshut
 HRB 7131
 Ust/VAT-Id-Nr.:
 DE 128 944 188

Geschäftsführer
 Dr. Carlo C. Peich
 Dr. Paul Wimmer
 Dr. Torsten Zurmühl



Deutsche
 Akkreditierungsstelle
 D-PL-14289-01-00

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (0)8765) 93996-28
www.agrolab.de



Datum 18.03.2024
Kundennr. 27026769

PRÜFBERICHT

Auftrag 3528231 EXOSFRI
Analysennr. 388396
Kunden-Probenbezeichnung Auffüllung

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
<i>Indeno(1,2,3-cd)pyren</i>	mg/kg	0,081	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	2,0 ^{x)}	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK EPA Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg	2,1 ^{#5)}	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm				DIN 19529 : 2015-12
Fraktion < 32 mm	%	°	100	DIN 19747 : 2009-07
Fraktion > 32 mm	%	°	<0,1	Berechnung aus dem Messwert
Eluat (DIN 19529)		°		DIN 19529 : 2015-12
Temperatur Eluat	°C		20,1	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert			7,8	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		66	DIN EN 27888 : 1993-11
Sulfat (SO ₄)	mg/l		<2,0	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Arsen (As)	µg/l		12,6	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	µg/l		95 ^{va)}	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	µg/l		<0,25	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	µg/l		3	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	µg/l		46	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	µg/l		<5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	µg/l		0,48	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	µg/l		0,06	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink (Zn)	µg/l		<30	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Trübung nach GF-Filtration	NTU		79	DIN EN ISO 7027 : 2000-04
Acenaphthylen	µg/l		<0,0030 (NWG)	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthen	µg/l		0,013	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l		<0,010 (+)	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l		0,029	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l		<0,010 (+)	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthren	µg/l		0,028	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l		0,020	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l		<0,010 (+)	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l		0,012	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthren	µg/l		<0,010 (+)	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthren	µg/l		<0,010 (+)	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l		<0,0060 (NWG) ^{m)}	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen	µg/l		<0,0030 (NWG)	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylene	µg/l		<0,010 (+)	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l		<0,010 (+)	DIN 38407-39 : 2011-09
PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l		0,10 ^{x)}	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l		0,14 ^{#5)}	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de



Datum 18.03.2024
 Kundennr. 27026769

PRÜFBERICHT

Auftrag **3528231 EXOSFRI**
 Analysennr. **388396**
 Kunden-Probenbezeichnung **Auffüllung**

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

#5) Einzelwerte, die die Nachweisgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt. Bei Einzelwerten, die zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze liegen, wurde die halbe Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.

m) Die Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.

va) Die Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da die vorliegende Konzentration erforderte, die Probe in den gerätespezifischen Arbeitsbereich zu verdünnen.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Das Zeichen "<....(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

Das Zeichen "<....(+)" in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter wurde im Bereich zwischen Nachweisgrenze und Bestimmungsgrenze qualitativ nachgewiesen.

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN ISO 12846 : 2012-08:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 30%iger Salzsäure stabilisiert.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN ISO 7027 : 2000-04:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Anmerkung zur Messung nach DIN 38407-39 : 2011-09:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Anmerkung zur Bestimmung der Kohlenwasserstoffe gem. DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09:

Das Probenmaterial wurde mittels Schütteln extrahiert und über eine Florisilsäule aufgereinigt.

Für die Eluaterstellung wurden je Ansatz 350 g Trockenmasse +/- 5g mit 700 ml deionisiertem Wasser versetzt und über einen Zeitraum von 24h bei 5 Umdrehungen pro Minute im Überkopfschüttler eluiert. Bei Bedarf werden mehrere Ansätze parallel eluiert. Die Fest-/Flüssigphasentrennung erfolgte für hydrophile Stoffe gemäß Zentrifugation/Membranfiltration, für hydrophobe Stoffe gemäß Zentrifugation/Glasfaserfiltration.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

AG Landshut
 HRB 7131
 Ust/VAT-Id-Nr.:
 DE 128 944 188

Geschäftsführer
 Dr. Carlo C. Peich
 Dr. Paul Wimmer
 Dr. Torsten Zurmühl



Deutsche
 Akkreditierungsstelle
 D-PL-14289-01-00

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de



Datum 18.03.2024
 Kundennr. 27026769

PRÜFBERICHT

Auftrag **3528231 EXOSFRI**
 Analysennr. **388396**
 Kunden-Probenbezeichnung **Auffüllung**

Beginn der Prüfungen: 11.03.2024
 Ende der Prüfungen: 18.03.2024

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Philipp Schaffler, Tel. 08765/93996-600
serviceteam3.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (08765) 93996-28
 www.agrolab.de

**AGROLAB** GROUP

Your labs. Your service.

AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HENKE UND PARTNER GMBH VERTRETUNG
SCHWARZWALD-BAAR
VOR DEM HUMMELSHOLZ 4
78056 VILLINGEN-SCHWENNINGEN

Datum 18.03.2024

Kundennr. 27026769

PRÜFBERICHT

Auftrag **3528231 EXOSFRI**
 Analysennr. **388397**
 Rechnungsnehmer **27026770 HENKE UND PARTNER GMBH INGENIEURBÜRO FÜR GEOTECHNIK**
 Probeneingang **11.03.2024**
 Probenahme **08.03.2024 13:57**
 Probenehmer **Auftraggeber**
 Kunden-Probenbezeichnung **MP Torf**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Gesamtfraction					DIN 19747 : 2009-07
Königswasseraufschluß					DIN EN 13657 : 2003-01
Arsen (As)	mg/kg	12	4		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Blei (Pb)	mg/kg	11	4		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Cadmium (Cd)	mg/kg	<0,2	0,2		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Chrom (Cr)	mg/kg	25	2		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kupfer (Cu)	mg/kg	13	2		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Nickel (Ni)	mg/kg	22	3		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Quecksilber (Hg)	mg/kg	<0,05	0,05		DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Zink (Zn)	mg/kg	45,7	6		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Naphthalin	mg/kg	<0,05	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	mg/kg	0,06	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthren	mg/kg	0,05	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	<0,05	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg	0,11 ^{x)}			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "x)" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de

**AGROLAB** GROUP

Your labs. Your service.

Datum 18.03.2024
 Kundennr. 27026769

PRÜFBERICHT

Auftrag **3528231 EXOSFRI**
 Analysennr. **388397**
 Kunden-Probenbezeichnung **MP Torf**

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Beginn der Prüfungen: 11.03.2024

Ende der Prüfungen: 15.03.2024

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Philipp Schaffler, Tel. 08765/93996-600

serviceteam3.bruckberg@agrolab.de

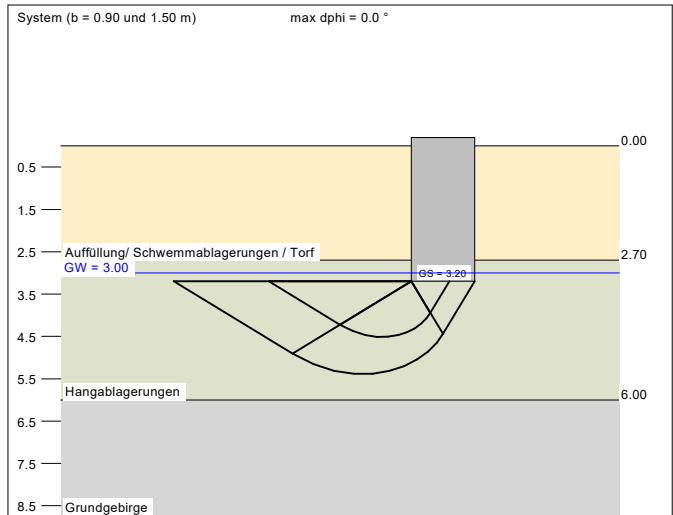
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

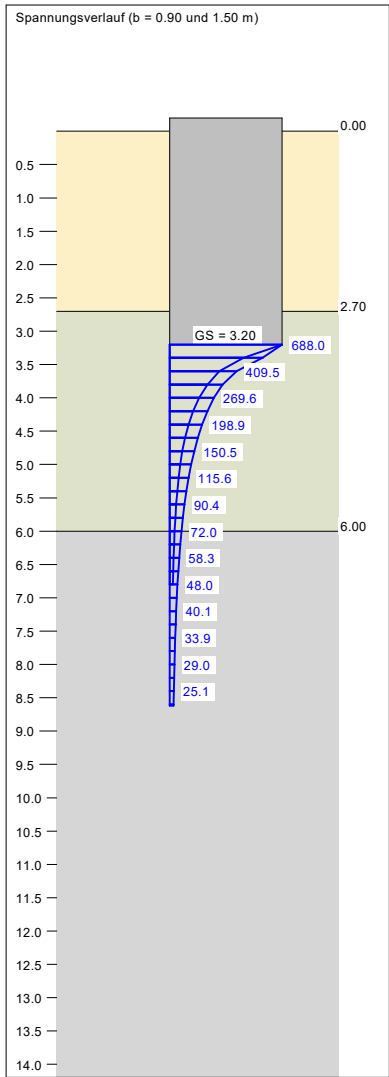
BV Seniorenwohnen Friedenweiler
Gründung Plomben auf Hangablagerungen

Boden	γ/γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	v [-]	E _s [MN/m²]	Bezeichnung
	18.0/8.0	25.0	2.0	0.00	4.0	Auffüllung/ Schwemmablagerungen / Torf
	20.0/10.0	27.5	4.0	0.00	10.0	Hangablagerungen
	22.0/12.0	35.0	30.0	0.00	60.0	Grundgebirge



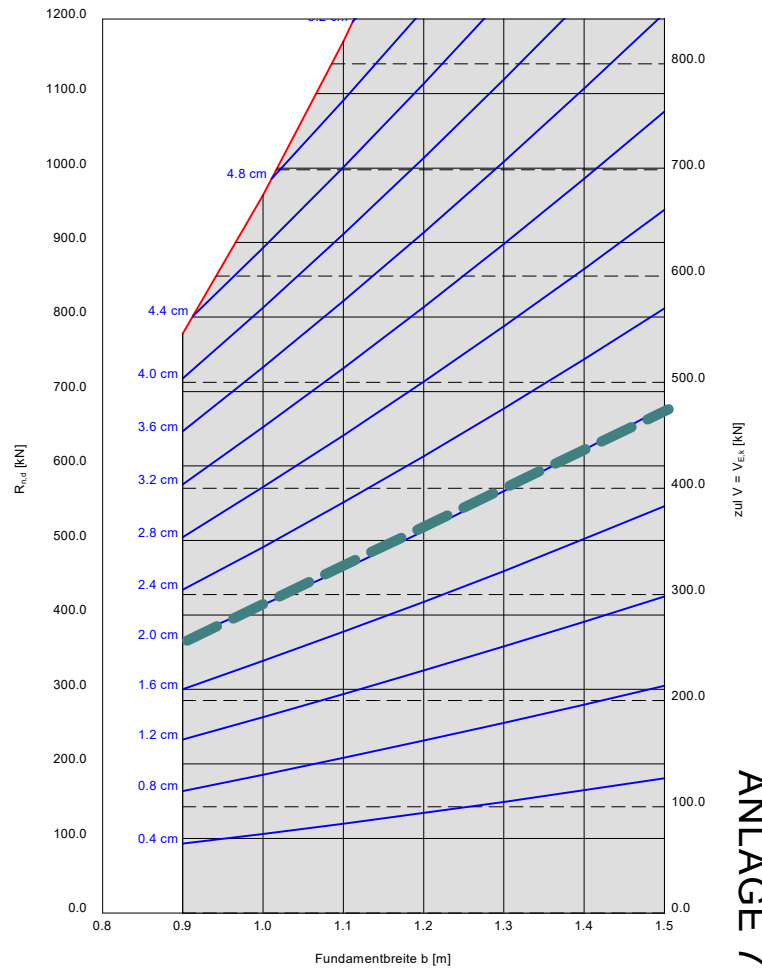
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,k}$ [kN/m²]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{a,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t _g [m]	UK LS [m]	k _s [MN/m³]
0.90	0.90	1344.3	960.2	777.8	673.8	4.34	27.5	4.00	10.00	56.60	6.80	4.51	15.5
1.00	1.00	1349.0	963.6	963.6	676.2	4.75	27.5	4.00	10.00	56.60	7.12	4.65	14.2
1.10	1.10	1353.7	966.9	1170.0	678.5	5.15	27.5	4.00	10.00	56.60	7.43	4.80	13.2
1.20	1.20	1358.4	970.3	1397.2	680.9	5.54	27.5	4.00	10.00	56.60	7.74	4.95	12.3
1.30	1.30	1363.1	973.7	1645.5	683.3	5.91	27.5	4.00	10.00	56.60	8.04	5.09	11.6
1.40	1.40	1367.8	977.0	1915.0	685.6	6.28	27.5	4.00	10.00	56.60	8.33	5.24	10.9
1.50	1.50	1372.5	980.4	2205.9	688.0	6.63	27.5	4.00	10.00	56.60	8.62	5.38	10.4

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (t_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



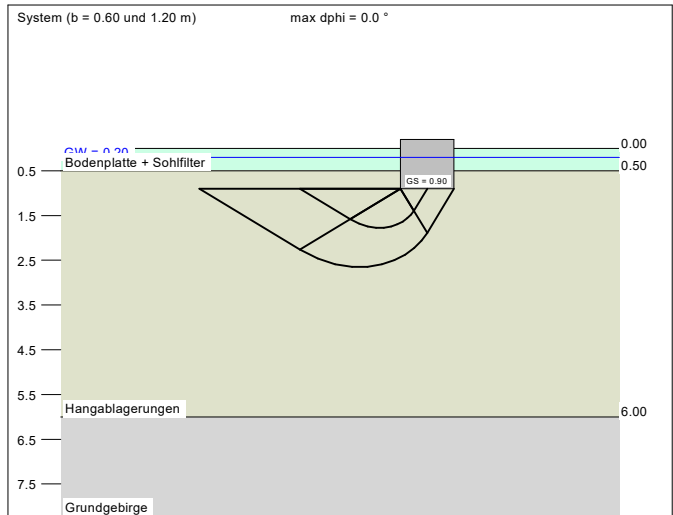
Henke und Partner GmbH
Ingenieurbüro für Geotechnik

GGU-FOOTING / Version 10.05 / 07.06.2023
Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Gründungssohle = 3.20 m
Grundwasser = 3.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt
Datei: EXSOFRI Plomben Hangablagerung Fd.gdg
— Einzellast
— Setzungen



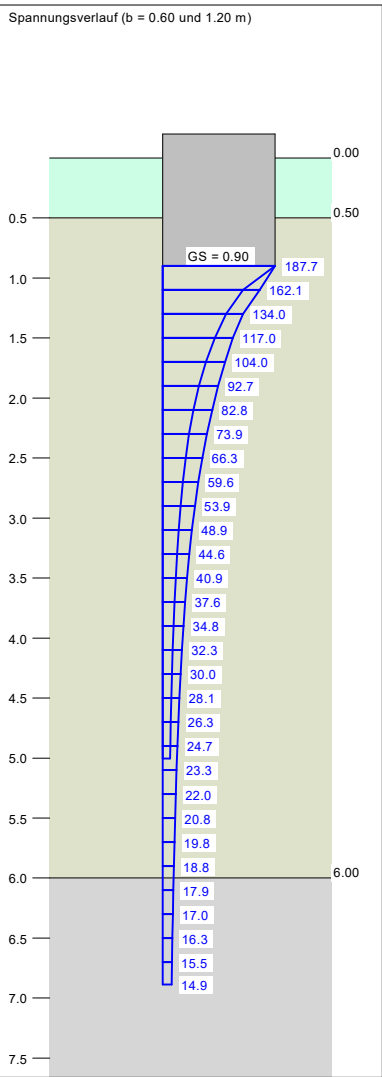
BV Seniorenwohnen Friedenweiler
Gründung Streifenfundamente auf Hangablagerungen

Boden	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	24.0/14.0	45.0	0.0	0.00	100.0	Bodenplatte + Sohlfilter
	20.0/10.0	27.5	4.0	0.00	10.0	Hangablagerungen
	22.0/12.0	35.0	30.0	0.00	60.0	Grundgebirge



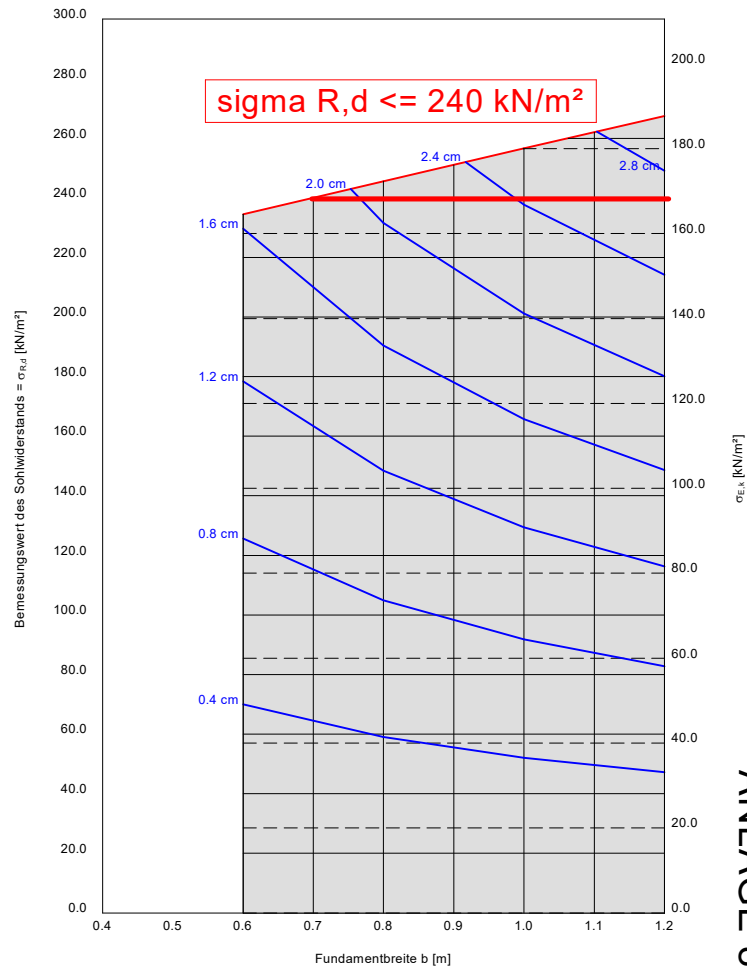
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,k}$ [kN/m ²]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{s,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t _g [m]	UK LS [m]	k _s [MN/m ³]
10.00	0.60	328.2	234.4	140.7	164.5	1.64	27.5	4.00	10.00	13.00	5.00	1.77	10.0
10.00	0.80	343.8	245.6	196.5	172.3	2.14	27.5	4.00	10.00	13.00	5.72	2.06	8.1
10.00	1.00	359.2	256.6	256.6	180.0	2.60	27.5	4.00	10.00	13.00	6.33	2.35	6.9
10.00	1.20	374.4	267.5	320.9	187.7	3.01	27.5	4.00	10.00	13.00	6.89	2.65	6.2

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Henke und Partner GmbH
Ingenieurbüro für Geotechnik

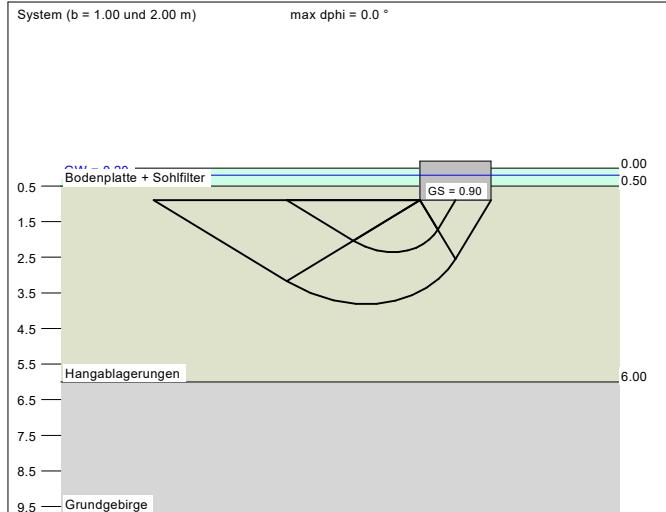
GGU-FOOTING / Version 10.05 / 07.06.2023	$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
Berechnungsgrundlagen:	$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Norm: EC 7	Gründungssohle = 0.90 m
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006	Grundwasser = 0.20 m
Teilsicherheitskonzept (EC 7)	Grenztiefe mit p = 20.0 %
Streifenfundament (a = 10.00 m)	Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
$\gamma_{R,v} = 1.40$	Datei: EXSOFRI Flachgrd Hangablagerung.gdg
$\gamma_G = 1.35$	— Sohldruck
$\gamma_Q = 1.50$	— Setzungen
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500	



BV Seniorenwohnen Friedenweiler

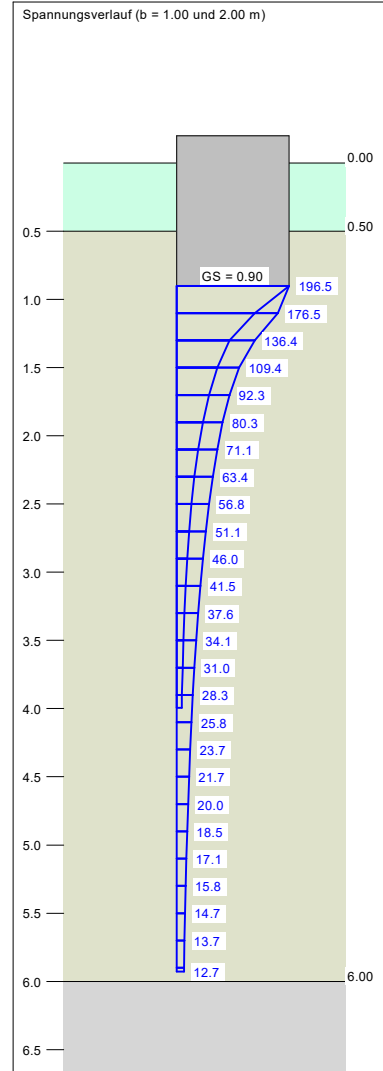
Gründung Einzelfundamente auf Hangablagerungen

Boden	γ/γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	v [-]	E _s [MN/m²]	Bezeichnung
	24.0/14.0	45.0	0.0	0.00	100.0	Bodenplatte + Sohlfilter
	20.0/10.0	27.5	4.0	0.00	10.0	Hangablagerungen
	22.0/12.0	35.0	30.0	0.00	60.0	Grundgebirge



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,k}$ [kN/m²]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	R _{d,d} [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t _g [m]	UK LS [m]	k _s [MN/m³]
1.00	1.00	392.0	280.0	280.0	196.5	1.39	27.5	4.00	10.00	13.00	4.00	2.35	14.1
1.20	1.20	392.0	280.0	403.2	196.5	1.66	27.5	4.00	10.00	13.00	4.43	2.65	11.9
1.40	1.40	392.0	280.0	548.8	196.5	1.91	27.5	4.00	10.00	13.00	4.83	2.94	10.3
1.60	1.60	392.0	280.0	716.8	196.5	2.17	27.5	4.00	10.00	13.00	5.21	3.23	9.1
1.80	1.80	392.0	280.0	907.2	196.5	2.42	27.5	4.00	10.00	13.00	5.58	3.52	8.1
2.00	2.00	392.0	280.0	1120.0	196.5	2.67	27.5	4.00	10.00	13.00	5.93	3.81	7.4

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Henke und Partner GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

GGU-FOOTING / Version 10.05 / 07.06.2023
Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 280.00 kN/m² begrenzt
Gründungssohle = 0.90 m
Grundwasser = 0.20 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt
Datei: EXSOFRI Flachgrd EF Hangablagerung.gdg
— Solldruck
— Setzungen

